Math. A. 4°
159 1k

Kaiser

Bayerische Staatsbibliothek
<36645706380010

Die Technik

des

modernen Mikroskopes.

Ein Leitfaden zur Benützung moderner Mikroskope mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen aus dem Gebiete der Bacterioskopie.

Von

Dr. Wilhelm Kaiser

in Floridsdorf bei Wien.

Mit einem Vorworte von Dr. Hans Heger in Wien.

WIEN 1896.

Verlag der Wochenschrift „Pharmaceutische Post".
In Commission bei Moriz Perles, Wien, I., Seilergasse 4.

A2119

7.2.96

W. 4

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Die Technik

des

modernen Mikroskopes.

Ein Leitfaden zur Benützung moderner Mikroskope mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen aus dem Gebiete der Bacterioskopie.

Von

Dr. Wilhelm Kaiser

in Floridsdorf bei Wien.

Mit einem Vorworte von Dr. Hans Heger in Wien.

WIEN 1896.

Verlag der Wochenschrift „Pharmaceutische Post".
In Commission bei Moriz Perles, Wien, I., Seilergasse 4.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

VORWORT.

Das vorliegende kleine Werk hat zunächst den Zweck gehabt, für das durch die neue österreichische Pharmacopoe in den Apotheken Oesterreichs zur Untersuchung der Drogen obligat gewordene Mikroskop den älteren Pharmaceuten, die noch keine mikroskopischen Studien gemacht haben, als Wegweiser, als Gebrauchsanleitung zu dienen, so dass auch solchen Apothekern, welche auf dem Lande ihrem Berufe obliegen, ohne sich von Jemandem in dem Gebrauche des ihnen nunmehr gesetzlich vorgeschriebenen Mikroskopes unterweisen lassen zu können, die Möglichkeit geboten ist, sich durch Selbststudium im Mikroskopiren einzuüben. Diesen Zweck erfüllt das vorliegende Werk des gewandten und erfahrenen Mikroskopikers Herrn Dr. Wilh. Kaiser in vollstem Masse. Aber auch den jüngeren Pharmaceuten, welche schon an der Universität im Mikroskopiren ausgebildet worden sind, wird das vorliegende Werkchen ein willkommener Berather in allen technischen Fragen sein, umsomehr, als darin alle neueren und neuesten Fortschritte der mikroskopischen Technik eingehend beschrieben und erörtert sind. Selbstverständlich aber ist das Werkchen nicht nur Pharmaceuten sondern auch allen anderen Leuten, die sich mit Mikroskopie beschäftigen wollen — seien sie nun Laien oder bereits im Mikroskopiren geübt — aus obigen Gründen wärmstens zu empfehlen. Insbesondere aber Apothekern wollen wir das Buch zum Studium und praktischen Arbeiten empfehlen, denn sie sind speciell in Oesterreich seit 1890 durch die Pharmacopoe zum Halten eines Mikroskopes gesetzlich verpflichtet und wenn dies nicht eine unnütze Ausgabe sein soll, so müssen sie sich auch mit dem Mikroskope vertraut machen, wobei ihnen das vorliegende Buch die beste Hilfe sein wird.

Hat man sich einmal mit der Handhabung des Mikroskopes vollkommen vertraut gemacht, dann wird man bald wahrnehmen, welcher Quell reinster Freude für den Naturfreund das Mikroskopiren ist. Für den Apotheker speciell hat es noch den grossen Vortheil, dass es denselben mit den Aerzten in engeren Contact bringt, ihn im wahren Sinne des Wortes zum Gehilfen des Arztes macht und letzteren gar oft zu Dank verpflichtet. Auch für die Untersuchung von Nahrungsmitteln ist es einer der wichtigsten Behelfe, was namentlich jetzt, bei dem endlichen Inkrafttreten des Gesetzes gegen die Verfälschung der Lebensmittel in Oesterreich von grosser Wichtigkeit ist. Mit einem Worte: Kaum wird der Apotheker sein Ansehen bei Publicum und Aerzten durch ein anderes Mittel in so grossem Masse heben können als durch das Mikroskop, wenn er es zu handhaben versteht und nicht bald wird ihn etwas so lächerlich machen, als wenn er ein Mikroskop besitzt, besitzen muss und damit nicht recht umzugehen weiss. Es ist also das vorliegende Buch für den Apotheker der alten Schule geradezu unentbehrlich.

Noch einen anderen grossen Vorzug hat das vorliegende Werkchen. Es ist der erste Leitfaden zur Handhabung der Mikroskope, in welchem der Bacterioskopie ein ihrer modernen Bedeutung entsprechender Platz im Abschnitte „Das lebende Object“ eingeräumt ist.

Der Preis des Buches ist ein sehr mässiger, was in Anbetracht der zahlreichen (180) Abbildungen nur dadurch ermöglicht wurde, dass dieser Leitfaden in der Wochenschrift „Pharmaceutische Post“ in zwanglosen Aufsätzen erschien, die nun zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefasst wurden. Aus diesem Grunde werden die Leser aber auch etwas Nachsicht üben müssen, denn es musste manche sich bei der Zusammenstellung ergebende Lücke erst nachträglich ausgeglichen werden.

WIEN, im December 1895.

Dr. HANS HEGER

Herausgeber und Hauptschriftleiter der Wochenschrift „Pharmaceutische Post“ und der „Zeitschrift für Nahrungsmittel-Untersuchung, Hygiene und Warenkunde“.

Einleitung.

Die Bedeutung der zusammengesetzten Vergrösserungsgläser hat durch die mit denselben gemachten bahnbrechenden Entdeckungen in der Bakterienkunde, Histopathologie und der auf diesen beiden Disciplinen aufgebauten antiseptischen Therapie seit den letzten zehn Jahren stetig zugenommen und mit der Zunahme von dessen Wichtigkeit stieg im gleichen Verhältniss die Vervollkommnung und Verwohlfeilung der genannten Instrumente, welche einerseits mit der Entdeckung der apochromatischen homogenen Immersionslinsen von Dr. Abbe und Zeiss in Jena und andererseits durch die Herstellung billiger und doch vortrefflicher Trockensysteme durch die Wiener Firmen Carl Reichert, Merker & Ebeling und die auswärtigen Institute ihren vorläufigen Höhepunkt erreicht haben dürfte.

Für pharmaceutische Kreise hat aber die Handhabung des Mikroskopes heutzutage darum eine erhöhte Bedeutung, weil die Pharmacopoea Austriaca VII das Vorhandensein eines solchen in jeder Apotheke vorschreibt und damit selbstredend die Kenntniss oder vielmehr Kunst (Technik) es zu handhaben, bei jedem Apotheker voraussetzt. Dem Eingeweihten — für den diese Zeilen übrigens nicht Neues bieten werden — braucht wohl nicht erst gesagt zu werden, dass der blosse Besitz eines Mikroskopes noch lange nicht ausreicht, um damit etwas untersuchen zu können, der Anfänger aber unterschätzt leicht die Schwierigkeit, mit dem Mikroskop zu beobachten und wird er ihrer gewahr, verliert er leicht die Lust, mit dem Mikroskope zu arbeiten oder schiebt gar die Folgen seiner Unkenntniss auf Constructionsfehler.

Allerdings gibt es zahlreiche Bücher, welche Theorie und Praxis des Mikroskopes eingehend behandeln und daraus eine förmliche Wissenschaft, die Mikroskopie, geschaffen haben, diese Werke sind aber theils bereits veraltet und — so schätzenswerth sie auch für den Fachmann als Nachschlagebücher sein mögen — für den Anfänger schwer zu benützen, da sie eben nicht die neuesten Methoden enthalten, welche sich eigen zu machen, gerade der Anfänger erpicht ist, oder sie sind blos Anleitungen für einzelne Wissenszweige, in denen das Mikroskop eine Rolle spielt, z. B. Histologie, und setzen dann denn doch eine gewisse Fertigkeit im Mikroskopiren voraus, sollen sie mit Nutzen verwendet werden können.

Von den Werken der ersten Art möchte ich nur Harting's classisches Werk aus dem Jahre 1859 „Das Mikroskop", von jenen der zweiten Art, das im Verlage von H. Bruhn im Jahre 1879 in Braunschweig erschienene Buch: „Die Gewebe des menschlichen Körpers und ihre mikroskopische Untersuchung 1. Bd. Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung von W. Behrens, A. Kossel und P. Schiefferdecker" als Beispiele nennen. Vielleicht wird sich andernorts Gelegenheit ergeben, auf diese oder jene Publication der einschlägigen Literatur kurz hinzuweisen.

Hier sollen diese beiden Werke eben nur gewissermaassen als Grenzpunkte der älteren allgemeinen Mikroskopie und der modernen specialisirenden, Erwähnung finden.

Im Gegensatze zu diesen allerdings trefflichen und erschöpfenden Compendien, welche auch der Theorie des Mikroskops die gewiss verdiente Beachtung schenken, wollen wir uns hier darauf beschränken, die Kunst (Technik), mit dem Mikroskope zu arbeiten, soweit dies auf schriftlichem Wege irgendwie möglich ist — im Allgemeinen, das heisst vorläufig ohne Rücksicht auf eine besondere Disciplin, zum Beispiele die Drogenuntersuchung, auseinanderzusetzen und glauben damit den pharma-

ceutischen Kreisen, namentlich jenen auf dem Lande, welche keine Gelegenheit haben, den trefflichen praktischen Curs von Dr. Josef Nevinny „Ueber das Mikroskop und die Anwendung desselben zur Untersuchung der officinellen Drogen der neuen Pharmacopoe“ zu hören und welche durch diese unsere Publication wenigstens in den Stand gesetzt werden sollen, bei einigem Fleisse leichtere mikroskopische Untersuchungen selbst vorzunehmen, einen kleinen Dienst zu erweisen.

Um aber mit einer Waffe (und das Mikroskop ist eine solche für unser Auge) umgehen zu können, muss man die Einrichtung und insbesondere die sogenannten termini technici für die einzelnen Theile derselben kennen; ebenso muss also auch der angehende Mikroskopiker, wenn ihm auch die Theorie des Mikroskopes aus der Optik noch geläufig ist, die Theile dieses Instrumentes kennen und benennen lernen. Diese Lehre von den Theilen des Mikroskopes soll die Aufgabe der nächsten Abschnitte sein.

Die Lehre von den Theilen des Mikroskopes.

Wie wir bereits in der Einleitung erwähnt haben — setzen wir die Kenntniss der Theorie des zusammengesetzten Mikroskopes als bekannt voraus; wir übergehen sie daher hier vollständig und werden auf dieselbe erst dort hie und da zurückgreifen müssen, wo es zum Verständniss einer Einrichtung, beziehungsweise deren Zweckmässigkeit unumgänglich nothwendig ist.

Wir stellen also ein zusammengesetztes Mikroskop vor uns hin und erörtern sogleich dessen Theile.

Vorausschicken müssen wir hier, dass jedes zusammengesetzte Mikroskop aus zwei Haupttheilen besteht: dem sogenannten Stative (Gestelle) und dem sogenannten optischen Theile. Jeder dieser Theile hat seine besonderen Formen und jede dieser Formen ihre besondere Bestimmung.

Das Stativ besteht wieder aus dem Fusse, auf dem es steht, dem zur Aufnahme der zu untersuchenden Gegenstände (Objecte) dienenden Tische und dem zur Aufnahme des optischen Theiles bestimmten Rohre, „Tubus“ genannt, welch' letzterer meist zwischen sich und dem Fussgestelle eine Vorrichtung trägt, um dem Tische, der die Objecte trägt und somit auch letzterem selbst, genähert oder von ihm entfernt werden zu können.

Da diese Vorrichtung die Einstellung des Objectes oder vielmehr des Bildes desselben für das Auge des Beobachters bezweckt, nennt man dieselbe oft kurzweg „Einstellung“.

Die nebenstehend abgebildete Fig. 1 wird dies an einem nicht allzucomplicirten Instrumente versinnlichen.

Wir sehen bei *f* den Fuss, bei *tu* den Tubus, bei *p* die Tischplatte und bei *e* die Einstellung des Stativs. Auf dem Tische

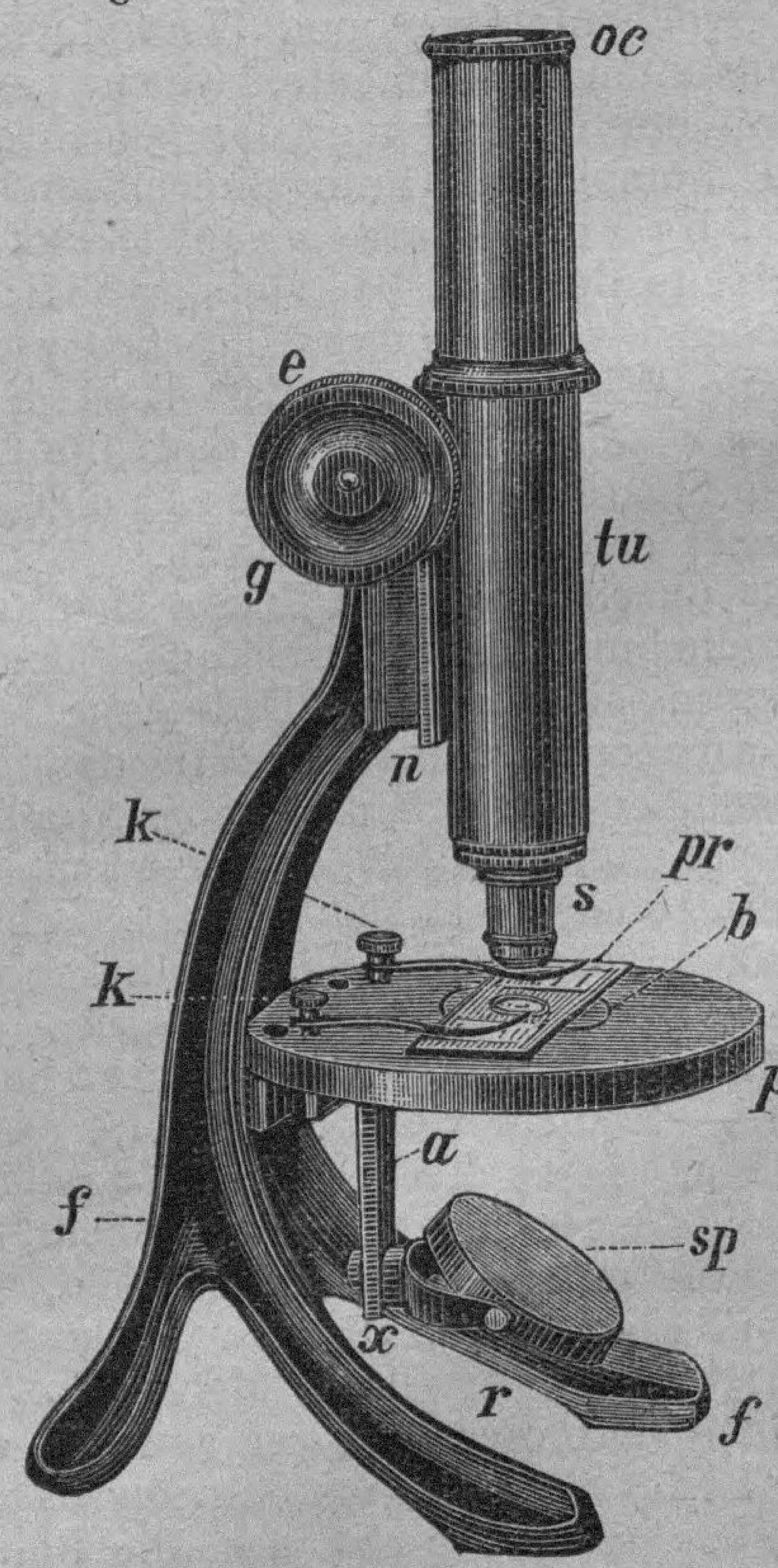


Fig. 1.

liegt als Object ein Präparat *pr*, festgehalten von den in zwei Löchern der Tischplatte einsteckbaren zwei Klemmfedern *k*.

Um dem Objecte Licht zuzuführen, bedarf man eines Beleuchtungsapparates;

dieser besteht in dem vorliegenden Falle aus einem runden, in dem Halbringe *r* um seine Flächenachse drehbaren Spiegel *sp*, welcher eigentlich aus zwei Spiegeln besteht, wovon der eine plan, der andere nach innen hohlgeschliffen (concav) ist. Der Ha bring *r* ist überdies in der Hälfte seines Bogens durchbohrt und mittelst einer durchgesteckten Schraube *x* mit dem Spiegelarme *a* drehbar verbunden, welch' letzterer wieder unter der Tischplatte durch ein Schraubengelenk (aus der Ebene diese. Zeichnung herauszudenken) nach rechts und nach links drehbar ist, so dass dem Spiegel damit eine möglichst leichte Verstellbarkeit nach beiden Seiten gesichert ist. Diese Verstellbarkeit ist bei grossen Instrumenten noch ausgedehnt, indem bei diesen das Scharnier *x* oder das obere Armgelenk in einer Schiene nach oben und unten verschiebbar und bisweilen das unterm Tische angebrachte Armgelenk nicht nur nach beiden Seiten, sondern auch nach vorn und hinten zu biegen geht, was seine besonderen, hier noch nicht näher zu erörternden Vortheile hat, aber bei den meisten Untersuchungen durchaus entbehrlich ist.

Die Tischplatte *p*, hier rund, ist in der Mitte oder doch in der Nähe der Mitte mit einem runden Loch versehen, welches nicht unter 1 cm Durchmesser haben soll und dem reflectirten Lichte der Spiegelvorrichtung *sp* den Zutritt zu dem Objecte *pr* gestattet.

Da es aber, wie später zur Erörterung kommen wird, für die Sichtbarkeit gewisser Deta ls nothwendig erscheint, den vom Beleuchtungsapparate kommenden Lichtstrahlen bald eine grössere, bald eine geringere Zutrittsöffnung zum Objecte zu bieten, muss zwischen Beleuchtungsapparat und Object eine Vorrichtung vorhanden sein, durch welche es ermöglicht wird, einen Theil der Strahlen, die vom Spiegel kommen, unwirksam zu machen, d. i. abzublenden, wozu eine eigene, bei den kleineren und mittleren Instrumenten meist am Tische, resp. an oder unter dessen Oeffnung angebrachte Vorrichtung, die „Blendvorrichtung" dient. In der vorliegenden Figur besteht dieselbe in runden, mit mehr oder minder grossen Oeffnungen versehenen Metallplättchen, welche von oben her in die Oeffnung des Tisches eingelegt werden können, was den Nachtheil hat, dass man die Blendung nicht während des Beobachtens ändern kann, aber den Vortheil, dass die Abb'endung unmittelbar unter dem Objecte erfolgt, ein Vortheil, der erst später besprochen werden soll.

Wir haben nun noch die Einstellvorrichtung, kurzweg „Einstellung" *e* genannt, zu besprechen. Sie besteht beim vorliegenden Instrumente (Fig. 1) aus „Zahn und Trieb", d. h. es wird beim Drehen des Knopfes *g* ein mit diesem verbundener stählener Trieb gedreht, welcher in eine paralell zur Axe des Tubus *tu* an diesem selbst angelöthete, gezähnte, prismatische Stange von trapezoidalem Querschnitt eingreift, welche in eine in den Fuss des Statives selbst eingefraiste Nut *n* beweglich eingeschoben ist, so dass b im Drehen des Knopfes *g* sich der Tubus *tu* sammt dem in ihm angebrachten, später zu besprechenden optischen Theil hebt und senkt, wobei darauf zu sehen ist, dass diese Hebung und Senkung strenge in einer mit der Achse des Tubus congruenten Bewegungslinie erfolge.

Eine derartige Einstellung mit Zahn und Trieb lässt sich aber nur bei schwächeren Vergrösserungen (etwa bis 350 linear) sicher anwenden, weshalb dieselbe zu den sogenannten „groben" Einstellungen gerechnet wird — im Gegensatze zu den sogenannten „feinen" Einstellungen, welche es mittelst einer Schraube gestatten, den Tubus um hundertstel eines Millimeters dem Objecte oder dieses dem Tubus zu nähern und welche für alle Untersuchungen mit stärkeren Vergrösserungen unbedingt nothwendig sind, welche wir aber auch erst weiter unten ausführlicher zu besprechen haben werden.

Hier hat es sich uns vor Allem darum gehandelt, an einem Stative alle Theile, die wesentlich sind, kennen und benennen zu lernen und werden wir uns im Weiteren stets der termini technici bedienen.

Und nun zum optischen Theile! Derselbe besteht aus dem Oculare *oc*, welches in den Tubus eingeschoben und dem Objectivsysteme *s*, welches unten an den Tubus angeschraubt wird. Jedem besseren Mikroskope sind meist mehrere (mindestens zwei) Oculare und Objective beigegeben und liegt in de en Vortrefflichkeit der Schwerpunkt der Mikroskop-Baukunst, da man, so wichtig und erwünscht ein gutes Stativ ist, mit dem grössten und besten Stative ohne gute Objectivsysteme und Oculare nichts wahrnehmen kann. Wir wollen daher vor Allem beim optischen Theile etwas verweilen, bevor wir zur detaillirten Beschreibung der verschiedenen Mikroskopconstructionen und deren Handhabung übergehen und wollen uns klar werden, welche Einrichtung der optische Apparat eines zusammengesetzen Mikroskopes haben muss, soll er den Anforderungen entsprechen, die heutzutage an ein Mikroskop für wissenschaftliche Untersuchungen gestellt zu werden pflegen. Dabei können wir freilich einigen theoretischen Erörterungen nicht entgehen.

Der optische Theil.

Unter dem optischen Theile eines Mikroskopes versteht man das Ocular, welches in die obere Oeffnung des Tubus eingeschoben wird und das Linsensystem, welches unten an denselben angeschraubt wird und welches, da es dem zu betrachtenden Gegenstande — dem Objecte — zugekehrt ist, auch Objectiv genannt wird.

Beide zusammen vermitteln eben die optische Wirkung des Mikroskopes, das heisst die Vergrösserung und Verdeutlichung des Bildes, welches ein Gegenstand in unserem Auge auf dessen Netzhaut entwirft und welches so zu unserem Bewusstsein gelangt.

Das Ocular besteht aus einer Metallröhre, in welcher sich oben und unten je eine eingeschraubte, geschwärzte Messingfassung zur Aufnahme der Ocularglässer befindet; zwischen beiden ist an passender Stelle eine Blendscheibe eingeschaltet, welche den Zweck hat, die Randstrahlen abzuhalten und dadurch die Schärfe des Bildes zu heben. Warum die Randstrahlen abgehalten werden müssen, soll das Bild scharf sein, wird weiter unten erörtert werden. Die Linsen, welche in den allgemein üblichen Ocularen (H u y g h e n s'sche, nach ihrem Erfinder genannt) angebracht sind, sind folgende: In der oberen Fassung eine planconvexe Linse mit der Wölbung nach unten, der flachen Seite dem Auge zugekehrt; in der unteren ebenfalls eine planconvexe Linse, ebenfalls mit der flachen Seite nach oben gekehrt.

Das obere dem Auge zugekehrte Glas ist das Ocular im engeren Sinne, das untere Glas nennt man die Collectivlinse. Sie hat nicht die Aufgabe, das vom Objectiv entworfene Bild des zu vergrössernden Gegenstandes zu vergrössern, sondern sie sammelt und concentrirt die Lichtstrahlen des vom Objectiv entworfenen vergrösserten Bildes des Objectes, welche sich in Form eines Kegels mit der Basis nach oben ausbreiten. Das Bild wird dadurch heller und da man das Collectivglas so schleifen kann, dass es die entgegengesetzten Fehler des Objectives hat, ist das Collectivglas auch fähig, diese Fehler des Objectives auszugleichen, zu compensiren. Doch davon später. Das vom Objectiv entworfene und vom Collectivglase concentrirte, vergrösserte Bild des Objectes wird nun mit dem oberen Glase, dem eigentlichen Ocularglase, betrachtet und dadurch vergrössert. Die Gesammtvergrösserung eines Mikroskopes hängt also nicht nur vom Objectiv, sondern auch vom Ocular ab; sie ist ein Product beider.

Deshalb gibt man jedem besseren Mikroskope mehrere Oculare bei, die desto stärker vergrössern, je kürzer sie sind. Die meisten Firmen fertigen 5 gewöhnliche Huyghen'sche Oculare und ein 6., welches am stärksten vergrössert, als sogenanntes orthoskopisches Ocular. Dieses ist gewöhnlich sehr stark vergrössernd und ist die Collectivlinse achromatisch. Hier können wir darauf noch nicht näher eingehen, da wir uns hier beschränken, die Theile eines Mikroskopes zu beschreiben, damit dem Anfänger die termini technici geläufig werden.

Und nun zum Objectivsystem, auch Objectiv oder System kurzweg genannt. Dasselbe ist unten am Mikroskoprohre (Tubus) mittelst eines Schraubengewindes angeschraubt, so dass es leicht abgeschraubt und mit einem anderen vertauscht werden kann.

Dasselbe besteht aus einer Combination von Glaslinsen, und zwar von a c h r o m a t i s c h e n Glaslinsen.

Es ist ja bekannt, dass die Lichtstrahlen bei ihrer Brechung auch gleichzeitig eine Farbenzerstreuung erleiden und dass diese Farbenstrahlen nicht an jener Stelle zusammentreffen können, wo die unzerlegten weissen Lichtstrahlen ihren Weg nehmen würden.

Mit anderen Worten, die weissen Strahlen erreichen das Auge nach ihrem Durchgange durch eine einfache Glaslinse nicht in ihrer ursprünglichen Farbe und nicht an jenem Orte, wo sie sich nach den Gesetzen der Brechung zu einem Bilde vereinigen.

Dadurch entstehen die farbigen störenden Ränder, wie z. B. wenn man durch eine mit Wasser gefüllte Kugel (sogenannte Schusterkugel) nach einem Gegenstande sieht.

Diese störende Erscheinung würde im Mikroskope Bilder verursachen, welche von der richtigen Form und Farbe des Objectes abweichen würden und heisst sie daher auch Abweichung (A b e r r a t i o n), weil sie auf der Farbenzerstreuung des Lichtes beruht — c h r o m a t i s c h e A b e r r a t i o n. Wir werden später noch zwei andere Abweichungen kennen lernen, die sphärische und die diaphanatische Aberration, hier mussten wir aber die dritte, die chromatische, besprechen, da diese daran schuld ist, dass jede Glaslinse an einem brauchbaren Mikroskope aus zwei Linsen zusammengesetzt sein muss, einer aus Crownglas und einer aus Flintglas, welche mit Canadabalsam derart zusammengekittet sind, dass sie nur e i n e Linse bilden.

Meist besteht eine solche achromatische Mikroskoplinse aus einer biconvexen Crownglas- und einer planconcaven Flintglaslinse. Die Höhlung der Planconcavlinse nimmt die eine Auswölbung der in sie eingekitteten Biconvexlinse auf und da beide mit einem durchsichtigen, stark lichtbrechenden Medium, Canadabalsam, vereinigt sind, so bilden sie zusammen eine planconvexe Linse, welche ein annähernd farbenfreies (achromatisches) Bild gibt. Also aus einer oder meist mehreren solchen achromatischen Linsen bestehen die Linsensysteme der Mikroskope und erst seit Dollond 1757 mit der schon früher selbstständig von Hell 1733 gemachten Entdeckung der Achromasie in die Oeffentlichkeit trat, konnte man überhaupt daran denken, verlässliche optische Instrumente herzustellen. Die Erklärung, warum eine Combination einer Flintglas- und Crownglaslinse die Farbenzerstreuung aufhebt, gehört in die Theorie und möge daher in irgend einem Lehrbuche der Optik nachgelesen werden, doch werden wir später auch hier darüber zu sprechen haben.

Bemerkt muss aber gleich werden, dass die Linsen gewöhnlich derartig zu einem System vereinigt sind, dass sie ein für allemal in einer Messingfassung durch Zusammenschrauben mit den planen Seiten, also mit den Flintglaslinsen nach unten gekehrt, in bestimmtem Abstande verbunden sind; bei den älteren Mikroskopen war dies nicht der Fall. Eine achromatische Linse bildete das schwächste System; eine zweite wurde darangeschraubt und bildete das stärkere System und so wurden mehrere Linsen je nach Bedarf vom Beobachter selbst zu Systemen verbunden, ein Vorgang der sich nicht bewährte, da das Zusammenschrauben und Auseinandernehmen die nothwendige, haargenaue Fixirung der Abstände und der Centrirung (das heisst des Umstandes, dass die Mittelpunkte aller Linsen in eine einzige Linie, die optische Axe fallen müssen) beeinträchtigte, weshalb man heutzutage in der beschriebenen Weise die Linsen zu einer Anzahl verschieden vergrössernder Combinationen ein für allemal verbindet und mehrere solcher Combinationen eben unter dem Namen Objectivsysteme den Mikroskopen beigibt. Es gibt noch andere, für die stärksten Vergrösserungen bestimmte Linsensysteme, welche etwas anders construirt sind. Wir werden auch darauf später zurückkommen.

Nunmehr haben wir die wesentlichsten Theile eines Mikroskopes besprochen und die wichtigsten termini technici kennen gelernt, so dass wir jetzt dieselben ohne alle Paranthese gebrauchen zu können, voraussetzen.

Jetzt können wir, da sozusagen das Schema eines gewöhnlichen Mikroskopes in seinem mechanischen und optischen Theile erklärt worden ist — zur weiteren, eingehenderen Beschreibung des mechanischen Theiles übergehen.

Wir haben absichtlich diesen Umweg gewählt, weil wir aus Erfahrung wissen, welche Schwierigkeiten es dem Anfänger, der ein Mikroskop hat, macht, die termini technici gerade seinem Instrumente anzupassen; er glaubt dann einen oder den anderen wesentlichen Theil zu vermissen und vor der Anschaffung eines neuen, vollkommeneren Instrumentes zurückschreckend — verliert er die Lust zum Mikroskopiren.

Wir wollen nun dem geehrten Leser und Schüler die Stative, welche bei Mikroskopen üblich sind und welche nach ihrer Grösse und Einrichtung in drei Theile, grosse, mittlere und kleinere eingetheilt werden — an illustrirten Beispielen vorführen, wobei wir etwa daran angebrachte Vervollkommnungen sofort beschreiben und erklären wollen.

Gewiss wird dann der Leser, der schon ein Mikroskop besitzt, auch eines, welches dem seinigen fast gleich ist, unter den beschriebenen Instrumenten vorfinden. Vorausgeschickt muss werden, dass die früher übliche Eintheilung der Mikroskope im Ganzen in grosse, mittlere und kleine, wobei auch der optische Theil berücksichtigt wurde, mir heute, wo man auch den kleineren Instrumenten eine Einrichtung gibt, die sie zur Aufnahme aller und somit auch starker Objectivsysteme befähigen — nicht ganz passend erscheint und dass ich daher diese Grösseneintheilung auf den mechanischen Theil, insbesondere das Stativ eingeschränkt wissen will, während man bei Betrachtung des Mikroskopes im Ganzen besser von dem Preise ausgeht, den man zahlen und dem Zwecke, den man mit dem Instrumente erreichen will. Richtig ist jedoch, dass in der Regel die grossen Stative meist mit mehr und vielseitigeren Einrichtungen ausgerüstet, daher an sich theuerer sind.

Unserem Grundsatze treu, vom Einfachen zum Complicirten vorzugehen, werden wir zuerst die kleineren, weil meist einfacheren, Stative vorführen.

Die kleinen Stative.

Unter diesen versteht man in der mikroskopischen Instrumentenkunde jene Mikroskopgestelle, deren Höhe von der Fussplatte an gerechnet 28 cm nicht übersteigt. Im Uebrigen können heutzutage kleine Stative mit allen möglichen Behelfen versehen, bezogen werden, ebenso wie es auch wieder solche von ganz einfacher Construction gibt. Wir müssen deshalb auch hier wieder bei den allereinfachsten anfangen.

Fig. 2 zeigt uns ein kleines Mikroskop von Merker und Ebeling in Wien, welches

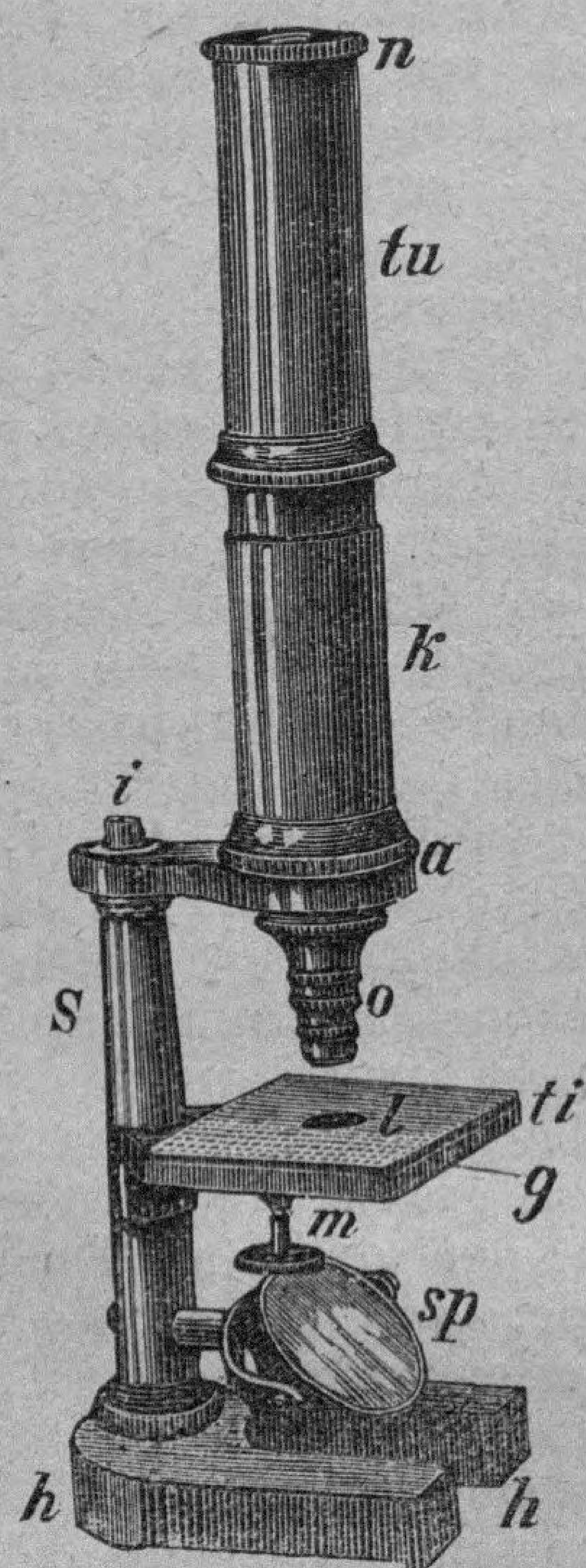


Fig. 2.

hauptsächlich für rein technische Untersuchungen von Rohstoffen u. dgl. bestimmt und für Aufnahme von Objectivsystemen bis zu einer 400maligen Vergrösserung berechnet ist. In *h* sieht man das metallene Hufeisen, welches der Standfestigkeit wegen aus Gusseisen hergestellt ist. Von diesem Hufeisen aus steigt die gedrehte Säule *s* auf, an welcher mittelst der Schraube *i* der Arm *a* befestigt ist. Der Arm *a* trägt in einer ringförmigen Oeffnung in sich eingeschraubt die federnde Hülse *r*, in welcher behufs grober Einstellung der Tubus *tu*, welcher den optischen Theil, und zwar oben bei *n* das Ocular und unten bei *o* das Objectivsystem aufnimmt, sich auf- und abschieben lässt. Die feine Einstellung ist hier am Tische *ti*, welcher bei *l* durchbohrt ist, angebracht. Auf der Tischplatte *ti*, welche 80 mm lang und 60 mm breit ist, ist links am Rande eine federnde Metallplatte *g* mit 2 Schrauben einseitig fest angeschraubt, während ihr rechter Rand federt. Gegen diesen drückt nun die Mikrometerschraube *m*. Man wird einsehen, dass sich wenn man an *m* schraubt, die federnde Metallplatte hebt oder senkt, wodurch ein auf derselben liegendes Präparat dem Objectivsysteme *o* etwas genähert und entfernt wird.

Bei *sp* sehen wir den Spiegel, welcher in einer Gabel hängt und daher eine Verstellung um seine horizontale und verticale Axe, jedoch keine seitliche Verstellung, wie solche zu der später zu besprechenden schiefen Beleuchtung nöthig ist, gestattet.

Die Blendvorrichtung besteht aus Blendscheiben mit kleineren Oeffnungen, welche in die Tischplatte eingelegt werden. Der Tubus *tu* besteht hier nur aus einer Röhre, welche nicht mit einem Auszuge, das heisst einer zweiten in ihr verschiebbaren Röhre, die das Ocular trägt, versehen ist. Auf den Vortheil, den ein solcher Auszug bietet, werden wir erst später — bei Besprechung der Wirkung der Deckgläser — zurückkommen, müssen aber diesen Mangel, der übrigens bei schwächeren Vergrösserungen bis zu 400mal nicht sehr in's Gewicht fällt, erwähnen und bemerken, dass man kurz sagt: „Stativ mit Tubus ohne Auszug“ im Gegensatz zu „Stativ mit ausziehbarem Tubus“, was ja nicht mit der besprochenen groben Einstellung durch Tubusschiebung verwechselt werden wolle.

An der Fig. 2 haben wir das Beispiel für ein kleines, einfach construirtes Stativ gegeben, welches sich für technische Untersuchungen eignet, welche einer 400maligen Vergrösserung als stärkster bedürfen. Damit der Leser, falls ihm in der Praxis ein solches unterkommt, dessen charakteristische Merkmale fachmännisch ausprechen könne, fassen wir sie hier kurz zusammen: Stativ aus Gusseisen, grobe Einstellung durch Tubusschiebung, feine durch Mikrometerschraube am Tische durch Heben und Senken desselben, Spiegel concav, nicht seitlich verstellbar. In der nächsten Fortsetzung werden wir ein Stativ kennen lernen, bei welchem die Festigkeit des Tisches durch blosse Bewegung des optischen Theiles erzielt ist.

Eines jener Mikroskope, welche gestatten, nicht blos durch Schiebung mit der Hand, sondern durch eine feinere mechanische Vorrichtung den Tubus mit dem op-

tischen Theile dem Präparate zu nähern oder zu entfernen, haben wir in Fig. 1, der diesem Leitfaden beigedruckten Abbildungen (auf Seite 59) bereits kennen gelernt; wir erwähnen es hier nun nochmals mit dem Bemerken, dass ein guter „Zahn und Trieb“ nicht blos als grobe Einstellung, sondern auch als hinreichend feine bis zu einer Vergrösserung von circa 350—400 mal linear angewendet werden kann; für stärkere Vergrösserungen muss jedoch eine Mikrometerschraube angewendet werden.

Fig. 3 zeigt nun ein Stativ nach Merker & Ebeling, welches sowohl mit Zahn und Trieb als auch mit Mikrometerschraube am Tische versehen ist; es ist eine Combina-

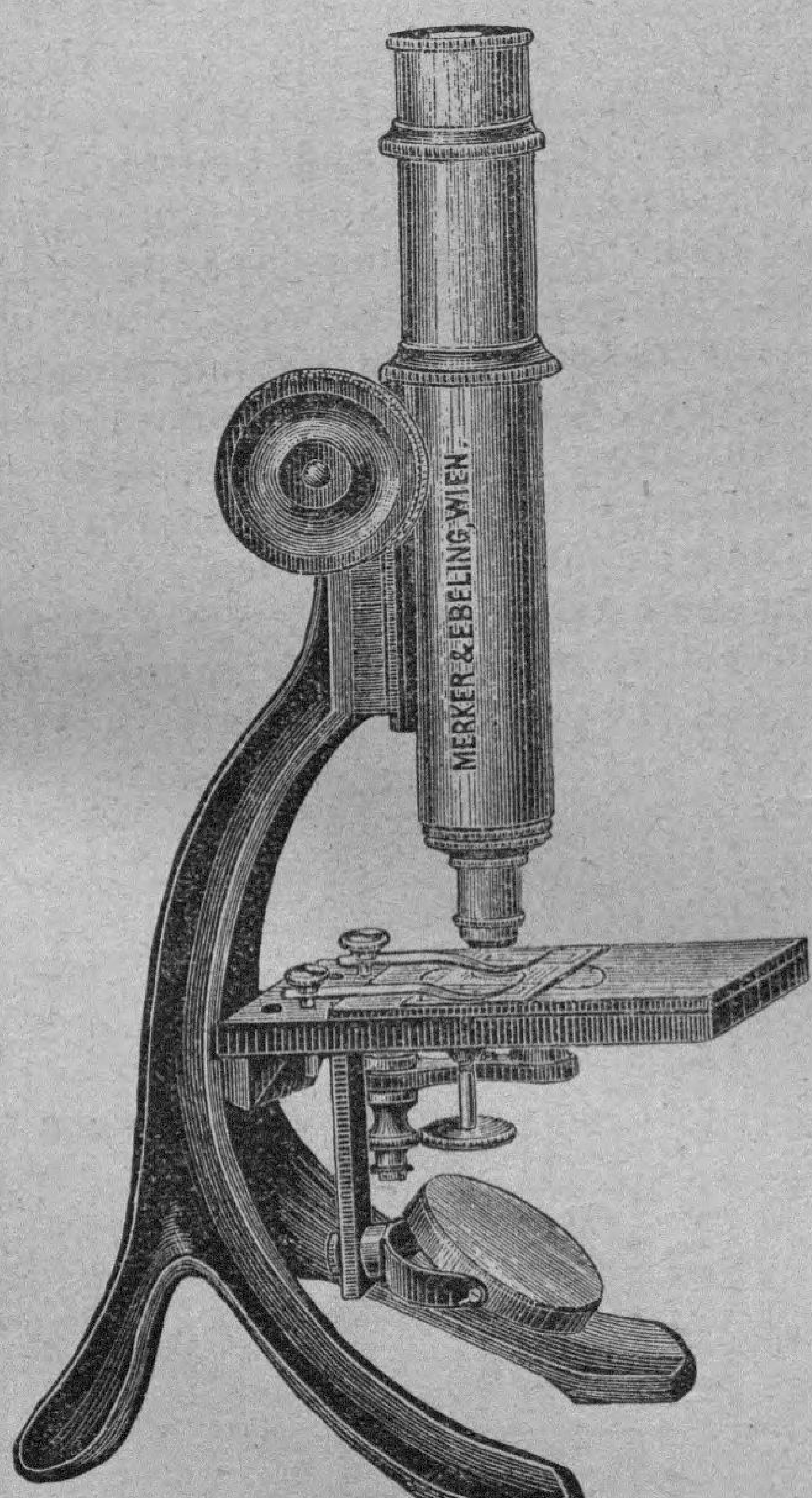


Fig. 3.

tion des in Fig. 1 und des in Fig. 2 abgebildeten Statives, welche auch eine seitliche (schiefe) Beleuchtung zulässt, wie selbe durch den Arm *a* (Siehe Seite 59, Fig. 1) ermöglicht wird. Die Blendvorrichtung bei diesem Instrumente ist aber eine etwas andere und müssen wir auf dieselbe näher eingehen.

Sehen wir uns den Gang der von dem Concavspiegel auf das zu beleuchtende Object *o* (Fig. 4) geworfenen Strahlen, welche paralell von der Lichtquelle, z. B. einem Fenster kommen, an, so sehen wir, dass sie bei regulärem Stand des Spiegels über dem Objecte *o* sich kreuzen, indem sie durch das Präparatglas *pr* und das durchscheinende Object *o* hindurchgehen. Das Object wird in diesem Falle mit dem System *sy* betrachtet und erscheint im Mikroskope vergrössert und sehr stark erleuchtet, da der volle Strahlenkegel s_1 s_2 s_3 s_4 das Object trifft. Würde nun bei *l* eine Blende von dem halben Durchmesser der Tischöffnung *l* eingeschaltet, so wäre der Effect der, dass nicht mehr alle Strahlen s_1—s_4, sondern weniger, z. B. blos s_2 und s_3 zum Präparate gelangen können, so dass dasselbe nur halb so stark erleuchtet werden würde, wodurch gewisse Contouren schärfer werden und

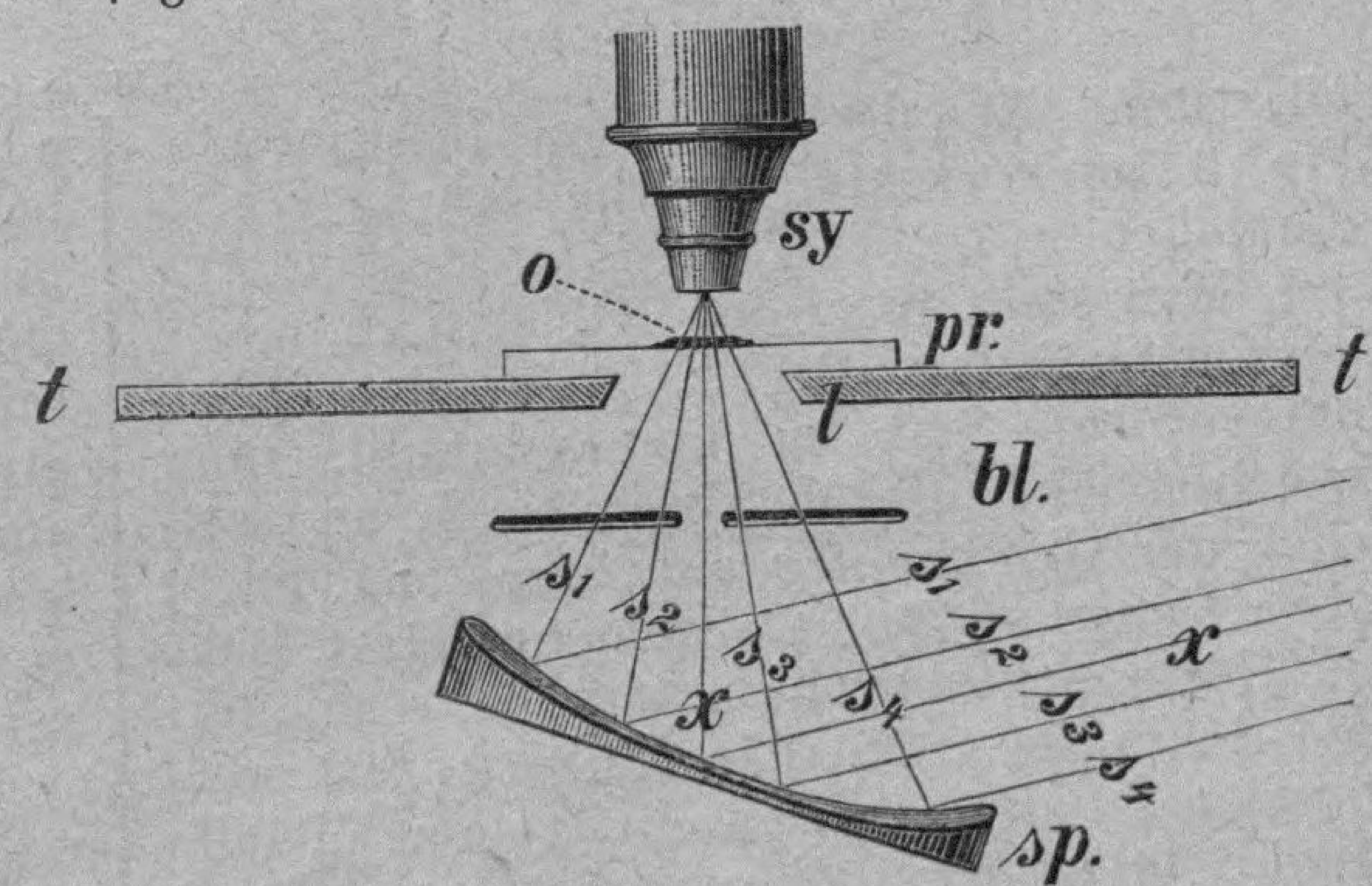


Fig. 4.

manche Details besser hervortreten. Wir haben hier angenommen, dass die Blende unmittelbar unter dem Präparate liegt.

Denken wir uns aber die Blende tiefer unter dem Präparate angebracht, so wie in Fig. 4 die Blende *bl*, so würden noch viel weniger Strahlen zum Objecte *o* gelangen. Daraus folgt: Je tiefer man eine bestimmte Blende (vom Objecte aus gegen den Spiegel zu gerechnet) senkt, desto weniger Lichtstrahlen gelangen zum Objecte und man hat es so mit einer einzigen Blende in der Gewalt, dem Objecte mehr oder weniger Strahlen zuzuführen. Mit mehreren Blendscheiben verschiedener Lochgrössen kann man also noch mehr Abstufungen in der Lichtstärke erreichen, was, wie wir später hören werden, für die Wahrnehmung gewisser zarter Structurverhältnisse an Präparaten sehr fördernd ist, abgesehen davon, dass man es ja nicht immer mit gleich starken Lichtquellen zu thun hat.

Deshalb hat man heutzutage bei allen besseren Stativen, auch bei den kleinen, Einrichtungen getroffen, um die Blenden zu heben und zu senken, resp. dem Präparate zu nähern und es von demselben zu entfernen. Man hat dazu verschiedene Einrichtungen, eine der einfachsten und daher

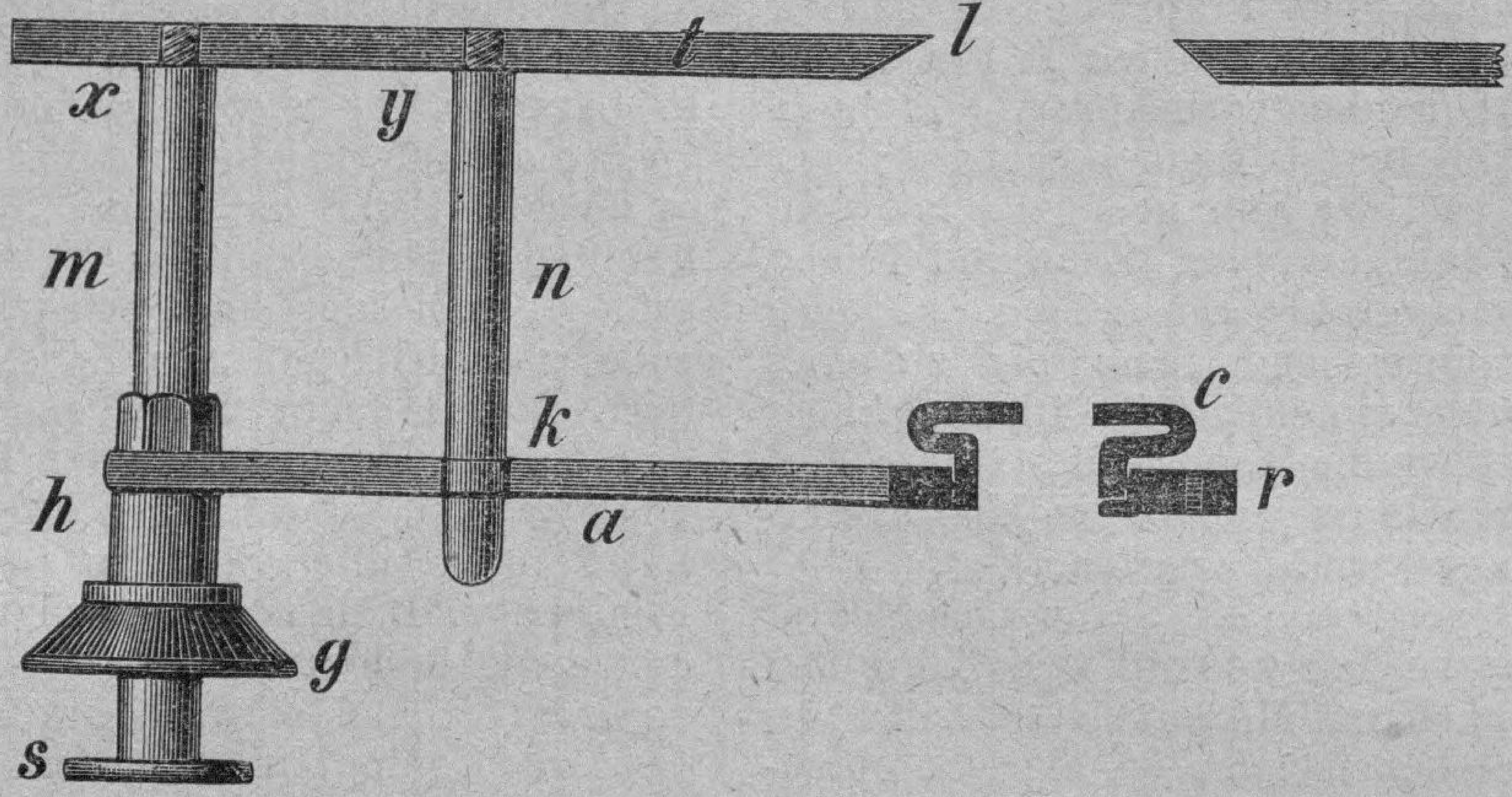


Fig 5.

billigsten ist die an dem Instrumente, Fig. 3, angebrachte, welche wir in Fig. 5 darstellen.

Man sieht in *t* den Objecttisch, in *l* dessen Oeffnung. Bei *x* ist in den Tisch der verticale Stab *m* eingeschraubt, über welchem sich die Messinghülse *h*, an welcher der Griffknopf *g* angebracht ist, leicht aber sicher auf- und abschieben lässt. Dass die Hülse nicht ganz hinuntergehe, verhindert die Schraube *s*. Mit der Hülse *h* fest verbunden ist der aus geschwärztem Metalle gefertigte Arm *a*; dieser trägt an seinem anderen Ende den im Durchschnitte dargestellten Ring *r*. In diesen nun werden durchbohrte, oben gedeckte Metallcylinder eingesteckt, wie *c* zeigt, die sogenannten „Cylinderblenden." Damit die Oeffnungsmitte der Cylinderblende stets in die optische Achse falle, welchen Umstand man die Centrirung der Blenden nennt, ist am Tische bei *y* die Leitstange *n* eingeschraubt, welche in ein Loch *k* des Armes *a* genau passt. Da durch zwei Punkte eine gerade Linie mathematisch genau bestimmt ist, so leuchtet ein, dass sich nun die Blende *c* durch Heben und Senken der geschlitzten Hülse *h* in der optischen Achse des ganzen Instrumentes ebenfalls heben und senken und so dem Präparate, welches hier nicht abgebildet ist, ganz nähern und sehr entfernen lässt. Drückt man die Hülse *h* bis zur Schraube *s* hinunter, so kommt das Ende der Leitstange *n* aus dem Loche *k* des Armes heraus und dieser lässt sich nun drehen und zur Seite schlagen, was dazu dient, die Blendung ganz zu beseitigen oder etwa statt des Blendcylinders *c* einen mit grösserer oder kleinerer Oeffnung einzusetzen

Wir haben diese Blendvorrichtung deshalb so ausführlich beschrieben, weil wir derselben noch öfter begegnen werden und weil auch die berühmte Firma Carl Reichert in Wien sich eines solchen drehbaren Armes mit Hülse und Leitstange bedient, um daran einige später zu besprechende kleine Beleuchtungsapparate anzubringen. Uebrigens werden wir später eine etwas anders construirte Cylinderblendung am drehbaren Arme kennen lernen und eine solche an einem unter den Objecttisch einzuschraubenden Schlitten an einigen grösseren Stativen angebracht finden.

Und nun gehen wir weiter. Fig. 6 zeigt uns ein Stativ, wie solche die Firmen Carl Reichert, Merker und Ebeling in Wien

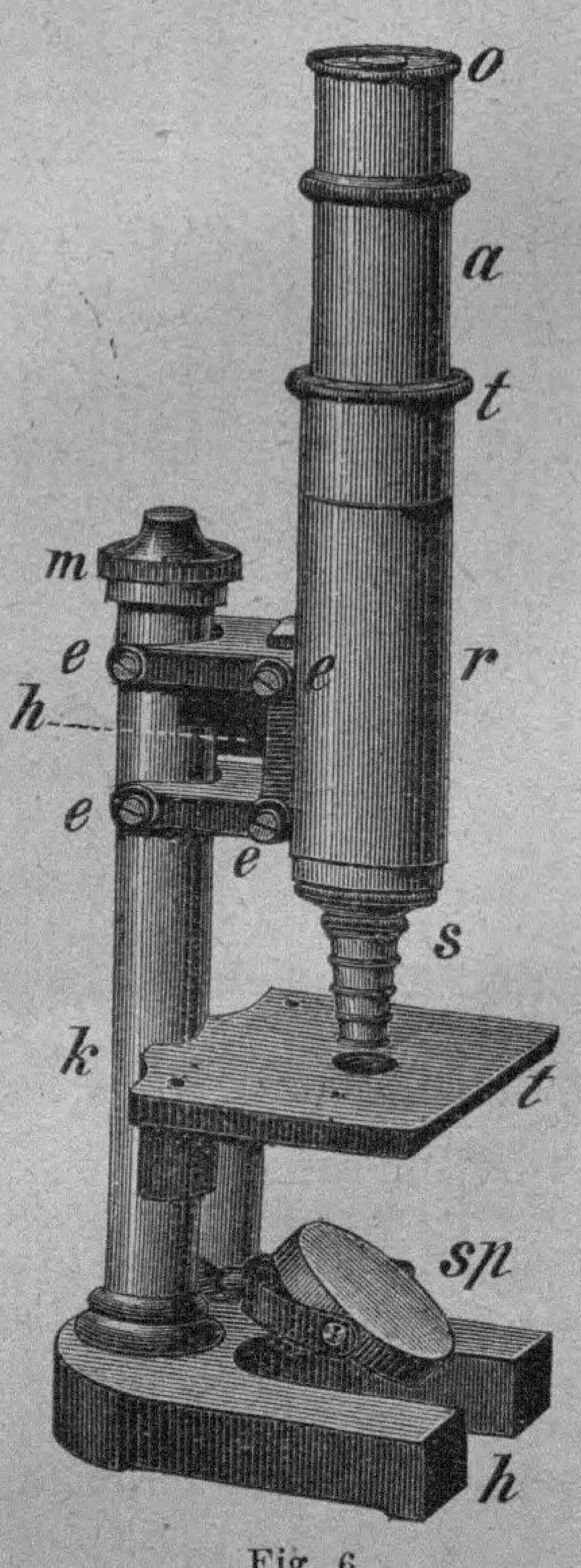


Fig. 6

und viele ausländische Firmen in grosser Vollkommenheit verfertigen. Die grobe Ein-

stellung geschieht hier mittelst Tubusschiebung, die feine dagegen mittelst Mikrometerschraube am Rohre *r*, in welchem sich der Tubus verschieben lässt. Die Mikrometerschraube, deren Knopf man bei *m* sieht, drückt mit ihrer Spitze gegen den in einem verticalen Schlitze der Säule *k* auf- und abbeweglichen Hebel oder vielmehr Daumen *h*, gegen den von innen der Säule her eine daselbst angebrachte Spiralfeder drückt. Das Rohr *r*, an dem der Daumen *h* fest angebracht ist, hängt aber in dem Gestänge *e e e e*. Wird nun an der Schraube *m* gedreht, so geht das Rohr *r*, mit ihm der Tubus *t* und mit diesem der ganze optische Theil auf und ab, doch nicht in einer geraden, senkrechten Linie, die mit der optischen Achse zusammenfällt, sondern in einer schiefen Linie, welche der Verlängerung einer Diagonale des durch *e e e e* hergestellten Parallelogrammes entspricht. Da aber der Spielraum der Schraube *m* ein geringer ist, so trägt die Abweichung des Endes des Systemes *s* von der optischen Achse sehr wenig aus und es scheint, als ob der Tubus thatsächlich nur auf- nnd abginge. Man heisst diese Einstellung die feine Einstellung mittelst Mikrometerschraube durch Parallelogrammbewegung und da sie von R o b e r v a l erfunden wurde, auch kurzweg Roberval-Schraube.

Zuerst von der Firma Seibert & Krafft in Wetzlar angewendet, erlangte diese Einstellvorrichtung, welche sehr verlässlich ist und sehr starke Systeme verträgt, eine grosse Verbreitung. Auch wurde sie so z. B. von M e r k e r und E b e l i n g in Wien mit einer groben Einstellung mittelst Zahn und Trieb combinirt, wodurch solche kleine Instrumente fähig werden, fast zu allen Zwecken verwendet zu werden. Fig. 7

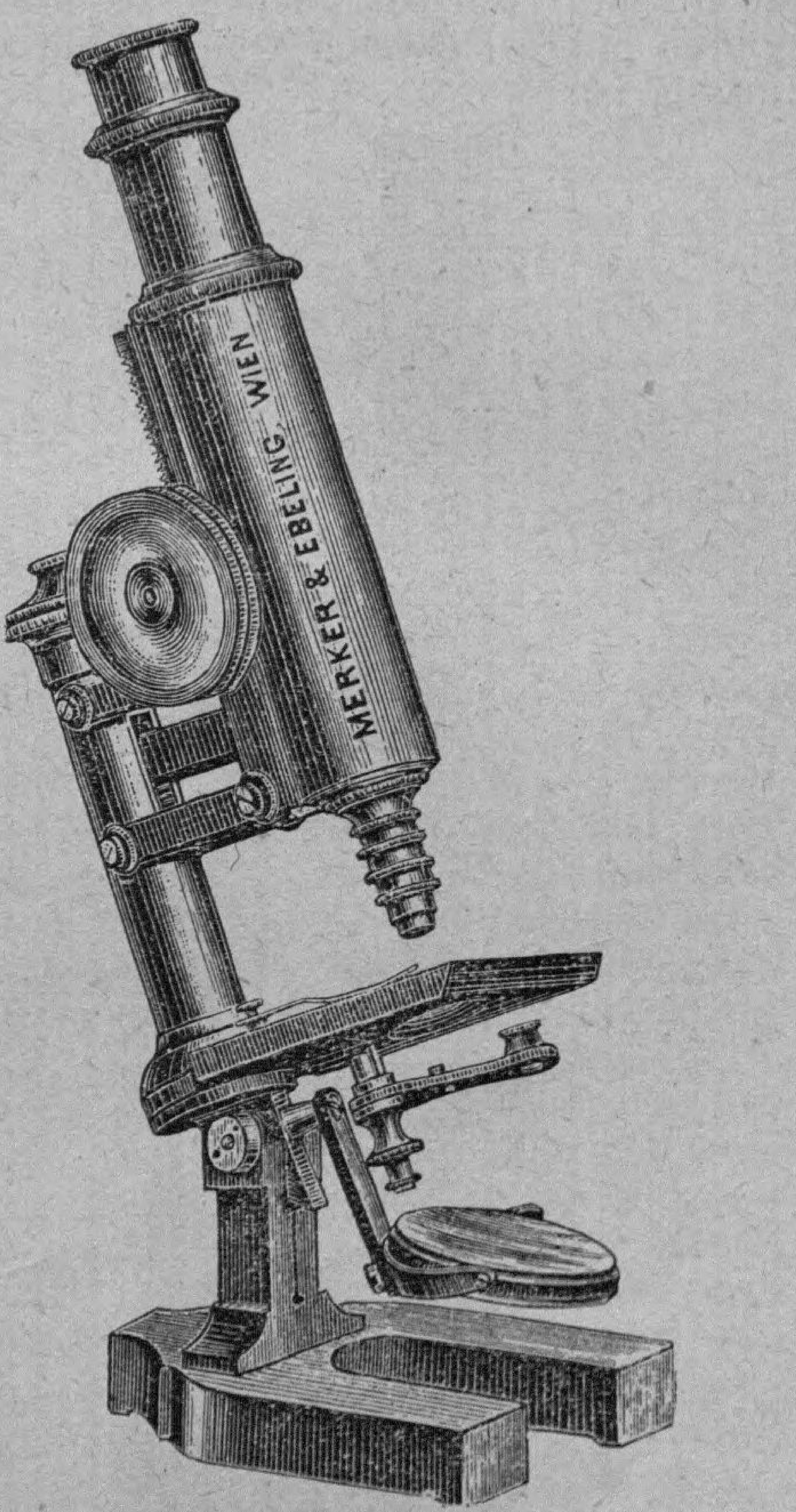


Fig. 7.

zeigt ein solches Stativ mit Roberval-Schraube und Zahn und Trieb. Manches Andere, was daran zu sehen ist, kommt hier noch nicht zur Besprechung.

Mittlere Stative.

Die mittleren Stative haben bei mittlerem Auszuge circa 30 cm Höhe und eine Tischgrösse von 5600 Quadratmillimeter. Dabei sind sie in neuerer Zeit bei den meisten Firmen mit Mikrometer-Schraube durch Prismaführung versehen, welche ein sanftes Auf- und Absteigen des Tubus gestattet.

Die umstehende Figur 8 zeigt den Typus eines derartigen mittleren Statives.

Die Blendung liegt hier in einem Cylinder unter dem Objecttische, der sich in einer geschlitzten Hülse höher und tiefer stellen lässt, um so das Licht zu reguliren. Die Hülse selbst ruht in einer Metallplatte, die entweder in Form eines drehbaren Armes am Tische angeschraubt ist und sich zur Seite schlagen lässt, oder sie ist an einem Schlitten angeschraubt, der in eine in den Objecttisch an seiner unteren Seite eingehobelte Nuth eingeschoben werden kann.

Es ist begreiflich, dass es bei einigermaassen grösseren Stativen ermüdend wirkt, mit gebeugtem Nacken lange in das Instrument zusehen, weshalb man diese Stative

auch in umlegbarer Form herstellt, die übrigens, wie wir später sehen werden, auch zum Nachzeichnen und Photographiren mikroskopischer Objecte sehr zweckmässig ist.

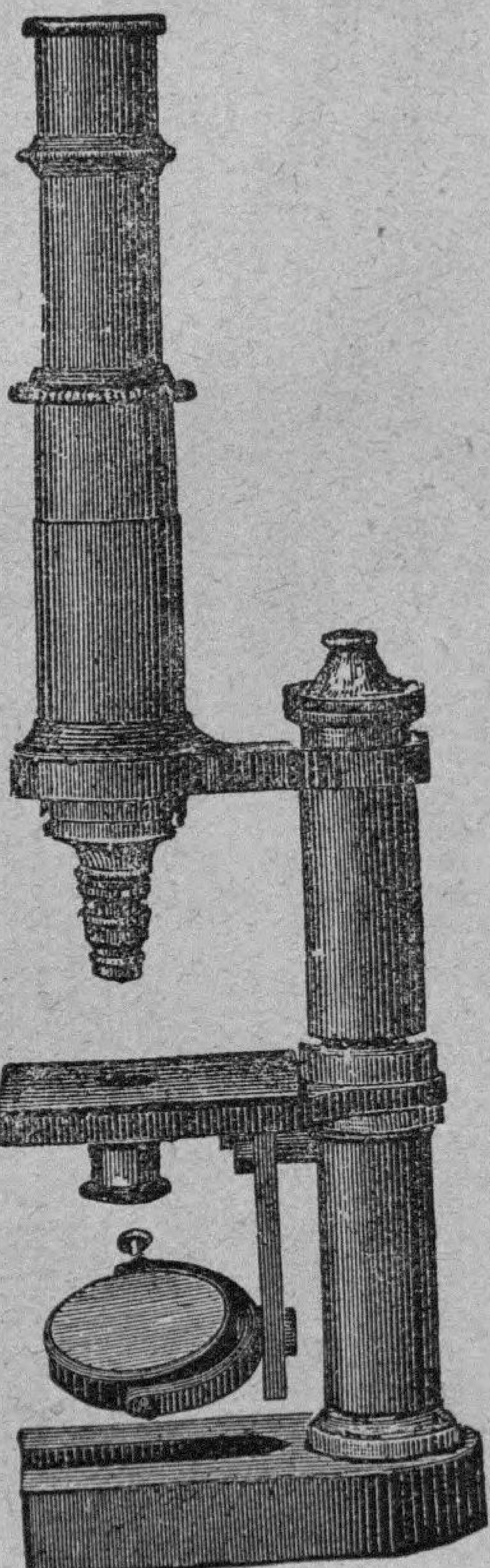


Fig. 8.

Ein solches mittleres Stativ gestattet die Anwendung aller, auch der stärksten Systeme, doch ist Bedingung, dass die Mikrometer-Schraube auch wirklich tadellos functionirt.

Deshalb ist es nöthig, die Bestand theile einer gewöhnlichen Prismaschraube zu beschreiben. (Siehe Schema in Fig. 9.)

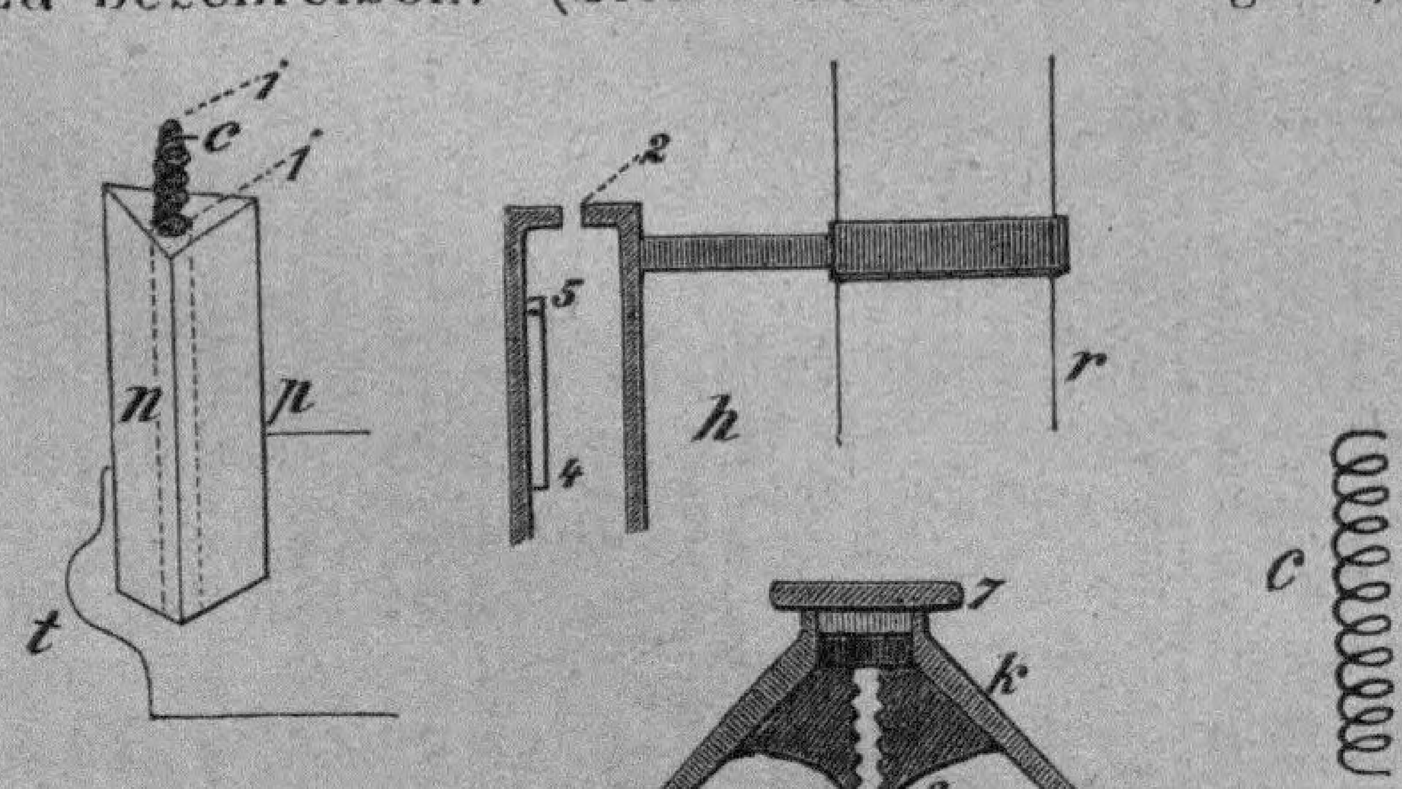


Fig. 9.

Ist *t* der Tisch des Mikroskop-Statives, so zeigt uns *p* das dreikantige Prisma. Dasselbe ist hohl, in seiner Höhlung ist in der Mitte, parallel mit der Tubusachse des Instrumentes, die Schraube 1 befestigt. Diese ist die eigentliche Mikrometer-Schraube. Um diese herum ist die Feder *c* aufgewunden oder vielmehr aufgesteckt. Bei *h* sieht man die Prismahülse, eine Messinghülse, welche streng prismatisch ausgefeilt ist und auf das Prisma *p* passt; nur bei 4 und 5 ist etwas Raum gelassen. Bei **5** ist ein Stift, auf welchen die Ergänzungsplatte 4—5 aufgesteckt werden kann. Diese schleift dann auf der Fläche *n* des Prismas. Sie dient dazu, um einen leichten Gang der Prismaführung zu ermöglichen, indem sie verhindert, dass das Prisma auf allen drei Flächen vollständig schleift und sich reibt, da sie schmäler ist als die Fläche *n* und meist von polirtem Stahl oder Lagermetall gefertigt wird. Sie wird auch uneigentlich „Feder“ genannt, obwohl sie nicht federn soll. Die Hülse, die den Ring *r* trägt, in dem der Tubus angebracht ist, hat oben bei 2 ein Loch, durch welches die Schraube 1 durchgeht, ohne zu streifen. Oben ist bei 2 eine Stahlfütterung aufgesetzt. Auf die Hülse drückt dann die Schraubenmutter *k*, welche etwas grösser gezeichnet wurde, indem sie au die Schraube 1 aufgeschraubt wird, nachdem die Hülse *h* auf das Prisma aufgesteckt ist, so dass die Schraube 1 durch das Loch 2 hindurchgeht. Die Schraubenmutter *k* wird von R e i c h e r t in Wien, M e r k e r & E b e l i n g in Hernals und den meisten deutschen Firmen glockenförmig oder conisch hergestellt, damit der Schraubenknopf das Hineinsetzen von Staub in die feinen Windungen der Mikrometerschraube verhindere. Auch ist bei 6 in den messingenen Knopf die eigentliche Schraubenmutter aus Stahl eingesetzt, bei 7 ist ein Deckelchen aufgeschraubt, welches abgenommen werden kann, so dass man die Vorrichtung ölen kann. Manche Firmen, z. B. H a r t n a c k in Potsdam, bringen zwischen die Theile 6 und 2 ein Plättchen aus Elfenbein, wodurch ein sogenannter „weicherer“ Gang, ein leichteres, gleichmässigeres Gehen der Mutterschraube erzielt wird. Es ist nämlich beim Mikroskopiren sehr lästig, wenn man beim Drehen ein Knirschen und Spiessen fühlt, welches meist, wenn anders das Prisma gut und passend gearbeitet ist, durch Staubtheile hervorgerufen wird, die zumeist aus Kiesel bestehend sich zwischen die Stahlheile 6 und 2 setzen und die Politur dieser Theile beeinträchtigen, wodurch eine stärkere Reibung hervorgerufen wird und wobei sich die scharfe Kante der Stahlschraubenmutter bei 6, auch „Nuss“ ge-

nannt, ebnet. Durch diese Vermehrung der Reibung entsteht leicht die Tendenz, dass die Mutter *k* beim Drehen die Hülse *h* etwas mitzunehmen sucht, was ja möglich ist, da man das Prisma in der Hülse nicht zu streng einpassen darf, damit nicht (ebenfalls durch Eindringen von Staub oder Nachlassen der Feder *c*) beim Zurückdrehen die Hülse auf dem Prisma stecken bleibt, so dass durch die Drehung des Schraubenknopfes kein Effect an der Einstellung erzielt wird, was man „todten Gang" der Mikrometerschraube nennt. Trägt nun dieses Mitnehmen auch nur $^1/_{100}$ Millimeter aus, so ist begreiflich, dass bei einer 100-maligen Vergrösserung das Bild sich um 1 Millimeter, bei 1000maliger aber gar um 10 Millimeter verschiebt und somit aus dem Gesichtsfelde g a n z verschwindet.

In solchem Maasse stellt sich dieser Uebelstand freilich selten ein, aber bei älteren Stativen schwankt das Bild oft schon bei schwachen Vergrösserungen ganz merklich. Deshalb hat man nach Constructionen gesucht, bei welchen die Mikrometerschraube in einem einzigen Punkte auf die Hülse drückt, wie dies bei der schon besprochenen Roberval-Schraube der Fall ist, bei welch' letzterer aber keine ganz senkrechte, sondern eine, wenn auch unmerklich schiefe Hebung des optischen Theiles erzielt wird. Eine solche, bei R e i c h e r t in Wien und bei M e r k e r und E b e l i n g in Hernals neuerer Zeit construirte, sehr sinnreiche Mikrometerschraubenvorrichtung, welche aber eine ganz vertical auf- und absteigende Bewegung des optischen Theiles vermittelt,

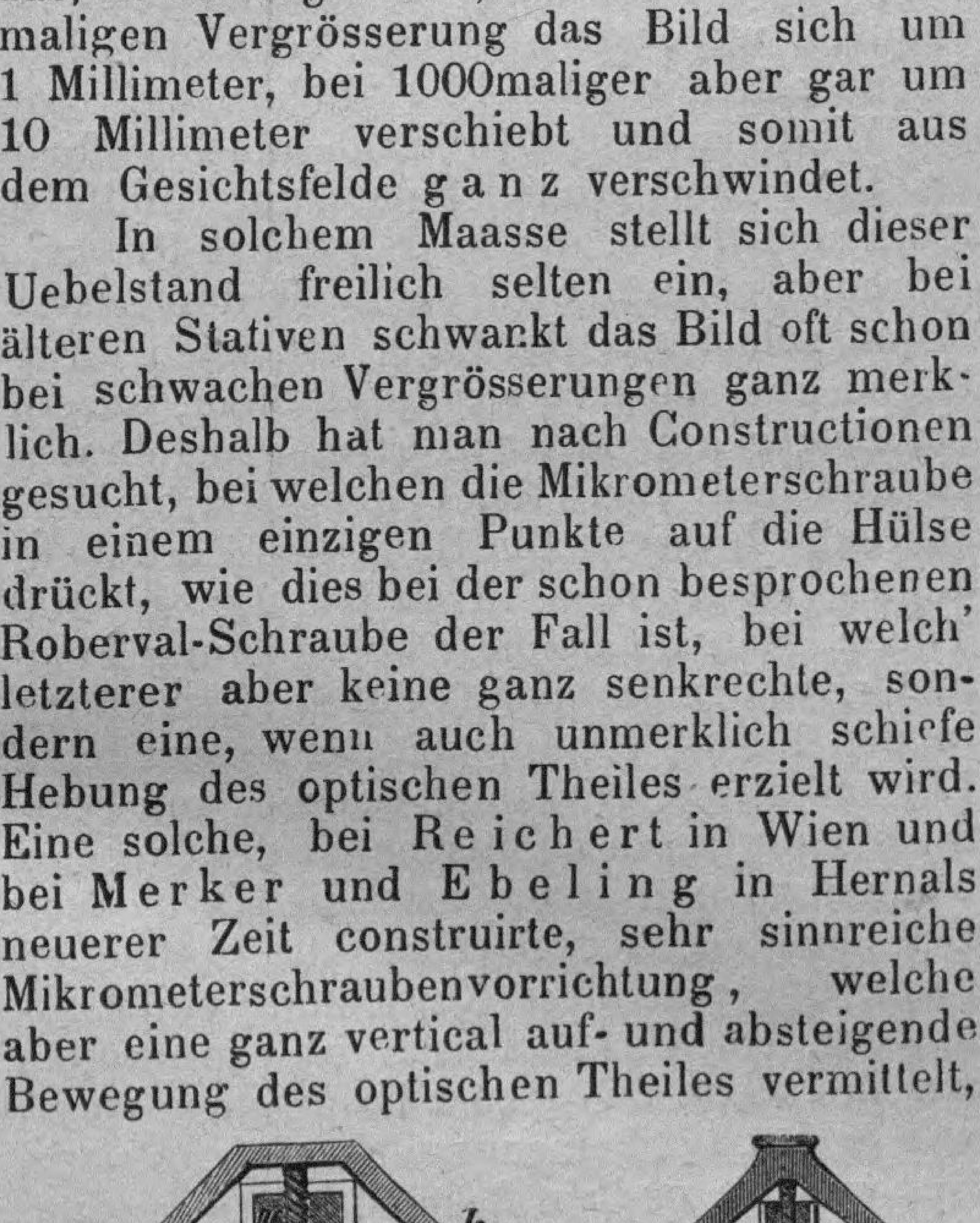


Fig. 10.

versinnbildet schematisch die Figur 10, bei welcher dieselben Theile dieselben Bezeichnungen haben.

Bei dieser Einrichtung steigt nicht die eigentliche Schraube aus der Höhlung des Prismas hervor, sondern in der Höhlung des Prismas *p* befindet sich blos die Feder *f* und drückt nicht gegen den oberen Deckel der Hülse, sondern gegen eine diametral über den durchbohrten Deckel der Hülse *h* geschraubte Leiste *l*, welche in der Mitte ein Stahlplättchen *z* in sich eingelassen trägt. Rund um die Höhlung des Prismas ist ein eisernes, concentrisches Rohr *r* in das Prisma eingelassen, welches durch die kreisrunde Oeffnung *o* (Fig. 10 links) des Hülsendeckels hindurch senkrecht aufsteigt. In diesem Rohr ist oben die Schraubenmutter *m* aus Stahl eingelöthet. Das Rohr selbst ist seitlich unter der Schraubenmutter in einer Länge von circa 7 Millimetern ausgeschnitten, so dass ein Schlitz von der Breite der Querleiste *l* entsteht. Durch diesen Schlitz ist die Leiste *l* durchgesteckt, gegen die Leiste drückt die Feder *f* und sucht die Leiste sammt Hülse soweit zu heben, als der Schlitz gestattet. Die am Knopfe *k* angebrachte, stählerne Mikrometerschraube *s* läuft in der Mutter *m* und drückt mit ihrer Spitze gegen das in der Leiste eingelassene Stahlplättchen *l* und drückt so die Hülse sammt optischem Theile hinunter. Diese in einem einzigen Punkt angreifenden Mikrometerschrauben gehen leicht und exact und nützen sich nicht ab; auch schwankt das Bild nicht im Geringsten, was ein grosser Vortheil ist. Wir haben hier bei den mittleren Stativen die Prisma-Schrauben deshalb ausführlicher besprochen, weil sie ein sehr wichtiger Theil der Mechanik dieser Stative sind und von Zeit zu Zeit auseinandergenommen, gereinigt und mit Knochenöl oder Vaselin eingeschmiert werden sollen (wovon später, bei Abhandlung der Pflege des Mikroskopes die Rede sein wird), wozu eine Kenntniss deren Einrichtung nothwendig ist und weil diese Prismaschrauben, namentlich die letztbeschriebene, auch bei den grossen Stativen wiederkehren.

Grosse Stative.

Die grossen Stative haben meist eine Tischgrösse von 10.000 Quadratmillimeter. Die Höhe beträgt circa 35 Centimeter bei mittlerem Tubusauszuge. Der Tisch ist drehbar um die optische Achse, indem der ganze Oberkörper des Instrumentes sammt Mikrometerschraube und Tubus sich auf einer unteren Tischplatte drehen lässt. Es leuchtet

ein, dass, wenn der Spiegel schief gestellt ist und das Object auf dem Tische liegt, die schiefen Strahlen beim Drehen stets unter einem und demselben Winkel, aber stets von verschiedenen Seiten auf das Object fallen, wodurch manches sichtbar wird, was sonst unsichtbar geblieben wäre. Die Einrichtung, dass sich der ganze Oberkörper des Mikroskopes um seine optische Achse dreht, hat den Vortheil, dass Objectiv und Gegenstand immer ganz genau dieselbe Stellung zu einander behalten. Uebrigens werden neuerer Zeit die Stative, besonders zu petrographischen Zwecken so construirt, dass sich blos die obere Tischplatte um die optische Achse drehen lässt, was auch zum Behufe der Photographie sich zweckmässig erwiesen hat, was aber eine sehr genaue und daher kostspielige Centrirung erfordert. In Fig. 11 ist ein grösseres

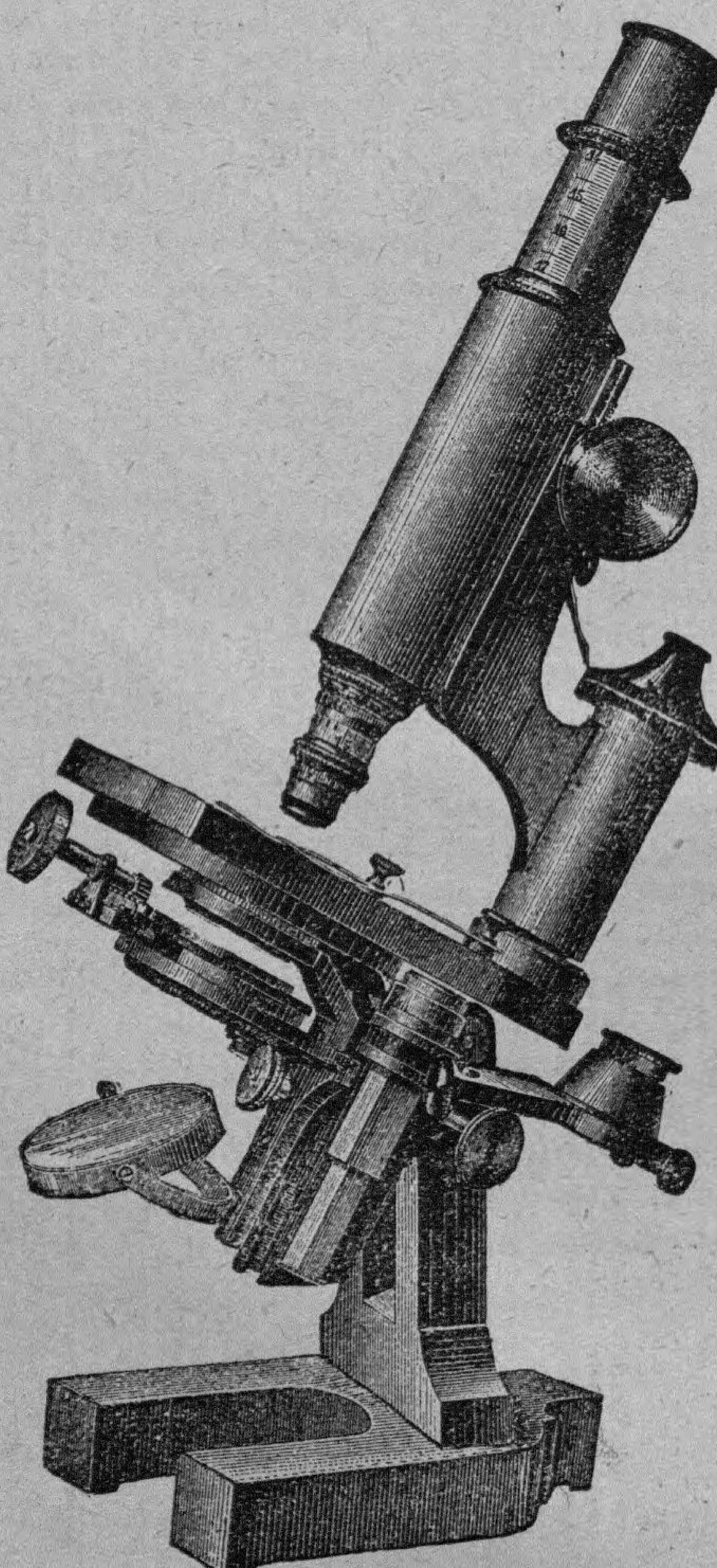


Fig. 11.

Stativ von Merker und Ebeling in Hernals abgebildet. Dasselbe trägt unter dem Tische den sogenannten Abbe'schen Beleuchtungsapparat, den wir bei den Hilfsmitteln zur Beleuchtung nach Abhandlung der detaillirten Beschreibung des optischen Theiles besprechen werden, hier aber übergehen, da dieser Apparat ein Verständniss des Begriffes von Oeffnungswinkel und Apertur voraussetzt, welche hier noch nicht besprochen werden können. Sofort aber wollen wir die anderen Einrichtungen besprechen, welche rein mechanischer Natur sind und an jedem grossen Stativ in neuerer Zeit sich vorfinden.

Da sehen wir vor Allem, dass der Auszug eine Theilung trägt und das Ablesen der Tubuslänge gestattet. Dies ist bequem, weil, wie wir später beim optischen Theile sehen werden, die Tubuslänge auf die Wirkung desselben nicht ohne Einfluss ist. Dass die grobe Einstellung mittelst Zahn und Trieb, die feine mittelst Prismaschraube erfolgt, wird der Blick des Lesers schon selbst aus der Figur erkennen. Aufklären aber müssen wir ihn darüber, warum ein Zeiger am Mikroskoparme angebracht ist und auf den Rand der Mikrometerschraube hinweist. Der Rand des Schraubenkopfes trägt eine Kreistheilung in 100 Theile. Man nennt diese Einrichtung Focimeter, weil man damit durch Einstellung in den Focus, Brennpunkt des verwendeten Linsensystems, Niveaudifferenzen von verschiedenen Durchschnittsebenen des Objectes bestimmen und somit auch die Dicke von Zellschichten, Deckgläschen etc. feststellen kann. Obgleich diese Einrichtung ein Messapparat, ein Dickenmesser ist, so wollen wir ihn schon hier kurz besprechen, da er, wie gesagt, bei keinem modernen grossen Stative fehlt und ein Bestandtheil desselben ist, sich auch leicht an jedem kleineren Stative anbringen lässt.

Nehmen wir an, dass ein Schraubengang der Mikrometerschraube eine Ganghöhe von 0·2 mm habe, so wird bei einer Umdrehung des Schraubenkopfes von dem mit 100 bezeichneten Striche bis wieder zu demselben Striche (der gleichzeitig den Nullpunkt darstellt) der optische Theil um 0·2 mm gehoben, resp. gesenkt. Ein Theilstrich entspricht also einer Niveauveränderung von 0·002 mm, d. i. 2 Tausendstel eines Millimeters. Natürlich muss dabei die Höhe eines Schraubenganges bekannt sein und wird dieselbe oben auf den Knopf gravirt. Stellt man nun zuerst die obere Fläche eines Objectes in die Brennpunkt-Ebene, d. h. stellt man sie genau ein, notirt den Stand des Zeigers am Rande der Schraube, stellt dann die untere Fläche des Objectes scharf ein und liest wieder ab, so ergibt die Anzahl der gelesenen Theil-

striche die Dicke des Objectes. Solche Messungen leiden aber an mehreren Fehlern, die in optischen Verhältnissen ihren Grund haben. Wir werden sie bei der Lehre vom Messen mikroskopischer Objecte besprechen, wo auch die anderen Messapparate des Mikroskopikers ihre Erörterung finden sollen. Und nun zurück zur weiteren Erklärung der Figur 11. Wir sehen rechts ein Prisma unter dem Tische angebracht, an welchem eine Hülse mittelst Zahn und Trieb sich höher und tiefer stellen lässt. An dieser Hülse ist ein drehbarer Arm befestigt, welcher ein Loch hat; in dieses Loch passt ein Centrirstift, der an der Unterseite des Tisches angebracht ist. Am Ende des Armes ist ein Ring angebracht, in welchem ein hohler, geschwärzter Conus eingesetzt ist, in welchem wieder die Cylinderblenden ihren Platz finden. Wir sehen also, dass dies nur eine vergrösserte und vervollkommnete Form der bei Besprechung der kleinen Stative beschriebenen Cylinderblende an drehbarem Arm ist. Nur wird hier der Arm nicht durch Schieben in einer runden Hülse, sondern durch Zahn und Trieb in einem Prisma bewegt und es wird der Blendcylinder nicht direct in den Ring eingesetzt, sondern in ein Zwischenstück (den Conus), welches in dem (bedeutend grösseren) Ringe ruht und mit 2 Schrauben und einer im Ring befestigten Feder centrirt werden kann, so dass der Mittelpunkt der Blendöffnung genau in die optische Achse fällt. Fig 12 zeigt uns den Arm mit

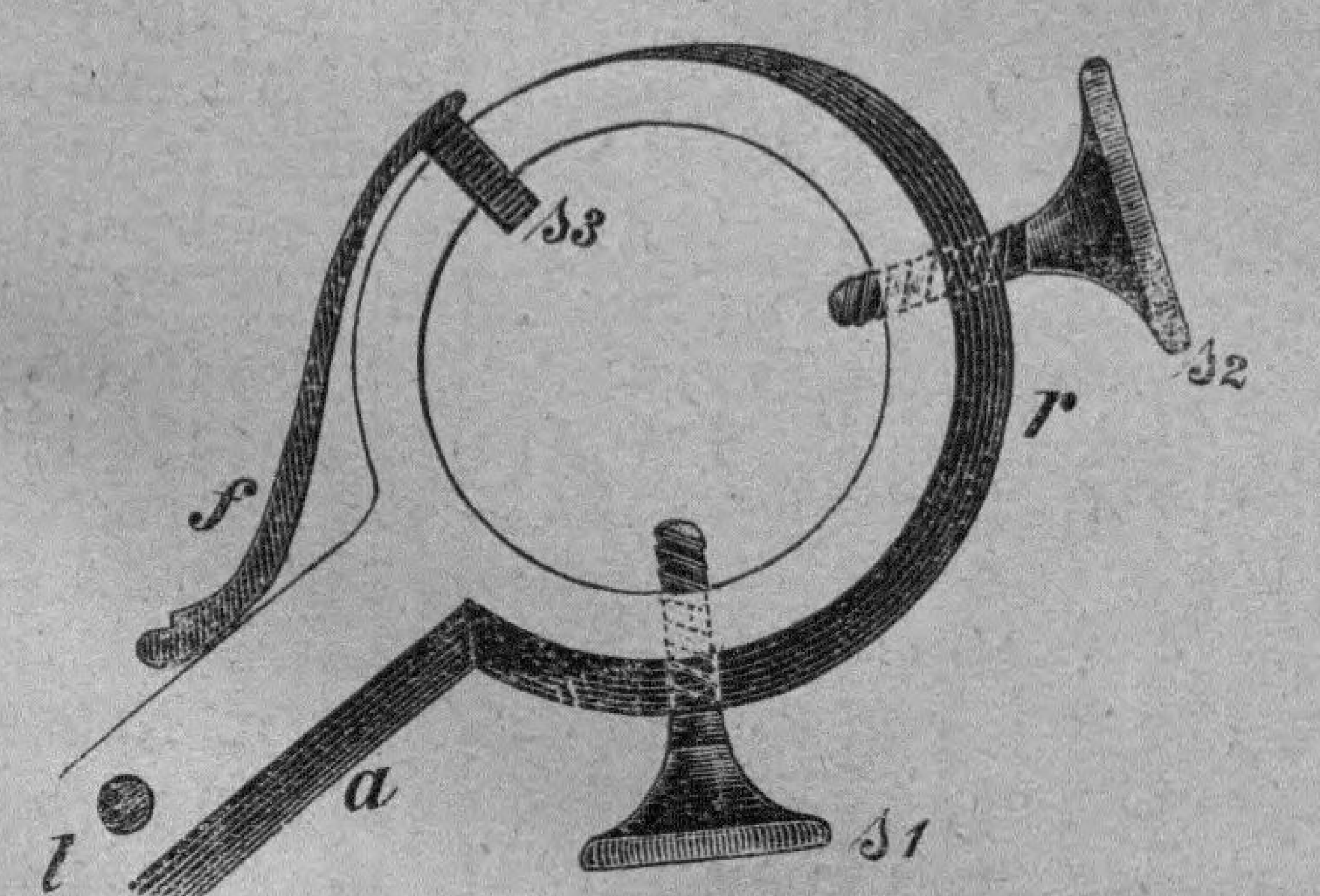


Fig. 12.

Ring, in dem sich auch verschiedene andere Apparate als Condensoren, Nicol'sche Prismen etc. anbringen lassen und den man nach englischem Vorgange Untersatz „substage“ nennt — in schematischer Abbildung. *F* ist die Feder mit dem Stift s_3, s und s_1 sind die Centrirschrauben, *r* der Ring, *a* der Arm mit dem Centrirloch *l*.

Hier am Schlusse der Beschreibung des mechanischen Theiles scheint es mir angemessen, der „Irisblenden“ zu erwähnen, welche heute in Wien schon sehr verbreitet sind, jedoch meist nur an dem später zu besprechendem Abbe'schen Beleuchtungsapparate angebracht werden. Fig. 13 zeigt

Irisblende für den Abbe'schen Beleuchtungs-Apparat
$^2/_3$ natürl. Grösse.

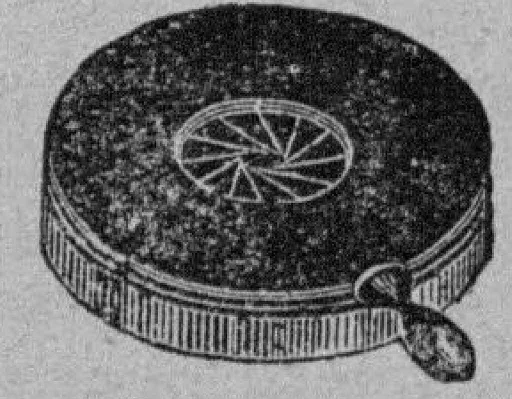


Fig. 13.

eine solche. Die Blende besteht aus im Kreise fächerförmig angeordneten schwarzblechernen Plättchen, die mittelst einer in dem Ringe, in dem sie gefasst sind, angebrachten Mechanik durch Schieben des in der Fig. 13 sichtbaren kleinen Griffes derart verstellbar sind, dass sie eine Oeffnung von 2 mm bis zu 32 mm freilassen, je nachdem man schiebt. Wie gesagt, ist diese Einrichtung bis nun blos an den Beleuchtungs-Apparaten nach Abbe angebracht worden. Merker und Ebeling in Hernals gebührt aber das Verdienst, diese handsame, einen steten Uebergang der Lichtstärke ohne das lästige Blendenwechseln gestattende Einrichtung auch für directes Spiegellicht eingeführt zu haben, so dass sich dieselben sogar in die Hülse der Cylinderblendung einsetzen und somit auch mit geringen Kosten an kleineren Stativen verwenden lassen. Deren Construction ist eine von der vorbeschriebenen etwas abweichende. Fig. 14 stellt eine solche Irisblendung dar.

Irisblende für directes Spiegellicht.
$^1/_2$ natürl. Grösse.



Fig. 14.

Dreht man an dem in der Figur sichtbaren stiftförmigen Griff, so kann man die Oeffnung erweitern oder verengern, je nachdem man mehr oder weniger Licht braucht.

Wir schliessen die Beschreibung der Stative mit dem Hinweise, dass jeder Tag, namentlich bei den theueren Stativen — neue Verbesserungen bringt, dass dieselben aber dem Leser obiger Zeilen leicht verständlich sein werden und im Verlaufe dieser Darstellung noch eine oder die andere derselben an passender Stelle erörtert werden soll. Mit dem nächsten Abschnitte beginnt die ausführlichere Erörterung des optischen Theiles. Das Allgemeine hierüber wolle auf Seite 4 und folgenden nachgelesen werden.

Die Objective und Oculare.

Wir haben schon im Anfange unserer Darstellung einen Blick auf die Objective geworfen, als wir auf Seite 4 und folgenden die einzelnen termini technici kennen lernten, welche zum Verständnisse des Weiteren unumgänglich nothwendig waren und haben schon damals besprochen, dass die Objective aus achromatischen Linsen zusammengesetzt sind, damit die farbige Abweichung — Aberratio chromatica genannt — verbessert werde. Wir sagen verbessert, denn ganz behoben kann sie mit allen Mitteln der modernen Technik nicht werden, ein kleiner, wenn auch sehr kleiner Rest bleibt immer übrig und wir werden auf diesen Rest später zu sprechen kommen; bei berühmten Firmen, wie z. B. Carl Reichert in Wien, von dem ich selbst circa 25 Stück Systeme benützt habe, sind diese Fehler bei allen Systemen gleichmässig ausgeglichen, so weit dies der Fortschritt zulässt. Schon bei der Besprechung der termini technici haben wir erwähnt, dass es ausser der chromatischen Abweichung, noch zwei andere Bildaberrationen, das heisst Abweichungen des im Mikroskope gesehenen Bildes gibt, nämlich die sphärische Aberration und die diaphanatische Aberration, welch' letztere speciell nur für das Mikroskop in Betracht kommt, während die beiden erstgenannten Bildabweichungen auch bei anderen optischen Instrumenten (z. B. dioptrischen Fernrohren) vorkommen.

Wir können hier — in einem Leitfaden — auf eine weitläufige theoretische Begründung der sphärischen Aberration nicht eingehen und wollen nur kurz erwähnen, dass bei Linsen mit Kugelsegmenten (und bisher ist es nicht gelungen, andere, z. B. parabolische zu schleifen) die Randstrahlen stärker gebrochen und abgelenkt werden, als die Centralstrahlen, das heisst diejenigen, welche in der Nähe der optischen Achse die Linse durchdringen. Die Randstrahlen vereinigen sich also in einem anderen Punkte als die Centralstrahlen, mit anderen Worten: es entsteht kein Brennpunkt im mathematischen Sinne des Wortes Punkt — sondern eine Reihe von Punkten — eine Brennlinie. Die Entfernung zwischen dem Vereinigungspunkte der äussersten Randstrahlen und jener Centralstrahlen, die fast mit der optischen Achse zusammenfallen, wird sphärische Längenabweichung genannt. Alle von der Linse gebrochenen Strahlen lassen sich in einem Kreise zusammenfassen; der kleinste Kreis, in dem noch alle von einer Linse gebrochenen Strahlen durchgehen, heisst der Kreis der sphärischen Seitenabweichung. Die Centralstrahlen liegen näher aneinander als die Randstrahlen und so liegt denn die Stelle, an welcher das Object liegen muss, damit die Linse oder Linsencombination das deutlichste Bild des Objectes gibt, näher am Brennpunkte der Centralstrahlen, weil hier die schon wieder auseinandergehenden Randstrahlen ihrer geringen Dichte wegen keinen störenden Einfluss mehr zu äussern vermögen.

Die sphärische Aberration ist nun um so kleiner, einen je kleineren Theil der Kugeloberflächen die Grenzflächen der Linsen ausmachen, das heisst die Oeffnung einer Linse (die für die Lichtstrahlen durchgängige diametrale Distanz zweier entgegengesetzter Linsenränder) vermehrt die Zahl der störenden Randstrahlen und vermehrt somit auch die sphärische Aberration, vermindert also bei sonst gleichen Umständen die Schärfe des Bildes. Dies ist, wie wir bald hören werden, sehr wichtig, indem andererseits die Oeffnung des Objectes, wie auch diejenige einer einzelnen Linse die Helligkeit und damit die Sichtbarkeit gewisser sehr feiner Details im Bilde bedingt, also grösstmöglich sein soll, so dass man hier schon sieht, dass sich Lichtstärke und Bildschärfe gegenseitig hemmend im Wege stehen. Dies anzudeuten — war auch der einzige Zweck der theoretischen Ausführung, weshalb wir dieselbe schon hier abbrechen, um uns die Frage vorzulegen, worin sich die sphärische Aberration äussert. Sie äussert sich zunächst in einer nebligen Unschärfe des Bildes, namentlich gegen den Rand zu, wo eben die Randstrahlen wirksam werden; ferner erscheint bei starker sphärischer Aberration das Bild nicht allein, sondern — wie Hager es trefflich mit wenig Worten ausdrückt — von einem oder einer Reihe von den Randstrahlen der Linsen erzeugten Nebenbildern undeutlich umschimmert; auch bewirkt sie die unrichtiger Weise als eigene Aberration beschriebene sogenannte Formaberration, welche nur eine Folge der sphärischen Seitenabweichung ist und sich darin äussert, dass das Bild nicht plan, nicht eben, sondern kugelig, und zwar entweder nach oben oder unten gekrümmt erscheint, wobei ein unter dem Mikroskop betrachtetes, in Glas eingeritztes Netz oder ein Stück netzvermögigen Stoffes, zum Beispiel Nesseltuch die Linien, respective Fäden, nicht parallel, sowie sie sind, sondern am Rande entweder convergirend zeigt (etwa wie die Meridiane auf den sogenannten Planigloben in unseren Landkarten)

oder gegen den Rand zu divergirend aufweist. Besonders die letztere Abweichung lässt sich nie ganz beseitigen und findet sich bei den schwachen Systemen selbst berühmterer Firmen, wenn auch in unendlich geringem Grade; davon werden wir übrigens später bei Besprechung der Prüfung eines Mikroskopes noch zu reden kommen.

Die dritte Abweichung, die diaphanatische gründet sich auf den Umstand, dass man unter dem Mikroskope meist durchsichtige oder durchscheinende Objecte betrachtet und von undurchsichtigen Körpern so zarte Abschnitte zu machen sucht, dass sie wenigstens durchscheinend erscheinen. Mathematische Ebenen stellen aber diese feinen Durchschnitte dennoch nicht vor, sie haben eine gewisse Dicke; andererseits sollte ein ideales Linsensystem stets nur gleichzeitig e i n e Ebene des Objectes, den sogenannten optischen Durchschnitt zeigen. Dies thun aber unsere Systeme nicht; die schwächeren zeigen uns, wofern sie gut construirt sind, scharf und deutlich mehrere Schichten auf einmal und dies ist, wie einleuchtet, oft sehr erwünscht, ja B e h r e n's zählt diese eigentliche Penetrationsfähigkeit der Linsen, die sogenannte Tiefenwirkung derselben geradezu dem optischen Vermögen der Linsensysteme bei, von welchen weiter unten bald die Rede sein wird. Die stärkeren dagegen zeigen uns zwar auch keine mathematische Ebene, sie zeigen auch einen Theil der unterhalb dieser Ebene liegenden Details, sie zeigen aber diese Details undeutlich, namentlich bei schief auffallendem Lichte, weil dann die Randstrahlen die scharfe Begrenzung hindern; dadurch gesellen sich undeutliche Contouren der unteren Schicht zu dem Bilde des optischen Durchschnittes und bewirken eine Abweichung des gesehenen Bildes von dem wirklichen Aussehen des Objectes, in dem ganz ähnlich wie bei starker sphärischer Aberration das eigentliche Bild von unerwünschten Nebenbildern umschimmert erscheint. Diese Aberration verhindert es, massigere, wenn auch durchsichtige Objecte, wie z. B. Pleurosigmen (davon später), mit sehr starken Systemen deutlich zu übersehen; diese Abweichung scheint also im Objecte und nicht im Objective zu liegen und doch ist Letzteres der Fall, da sie sich einerseits durch das sogenannte Tiefenwirkungsvermögen der Objective wenigstens theilweise beheben lässt, andererseits auch dann nicht vorhanden wäre, wenn die Systeme, was natürlich technisch undurchführbar ist — stets nur den idealen optischen Durchschnitt — also eine durch den mathematischen Brennpunkt gelegte, durch Rotation einer mathematischen Linie, welche um die optische Achse sich drehend gedacht wird, entstehende mathematische Ebene — zeigen würden. Verschieden von dieser von mir sogenannten diaphanatischen Aberration ist jene Undeutlichkeit, welche entsteht, wenn wir eine tiefere Schicht durch eine trübe höhere betrachten. Diese Undeutlichkeit ist nichts dem Mikroskope Specifisches, denn es leuchtet ein, dass wir, wenn wir durch eine trübe Fensterscheibe oder durch ein trübes Wasser ein dahinter, respective darunter liegendes Object betrachten, dieses ebenfalls getrübt erscheinen wird, verschieden hievon ist auch die Abweichung der vom Object kommenden Strahlen durch Einfluss von Dekgläsern, welche ebenfalls bald von uns behandelt werden wird.

Nachdem wir nun die Fehler der Bilder der Linsensysteme betrachtet haben, bemerken wir gleich, dass dieselben auch den Ocularen anhaften, nur fällt hier die chromatische Aberration wenig, die diaphanatische gar nicht in's Gewicht, wohl aber die sphärische; diese sucht man eben durch Combination zweier Linsen, des bereits oben besprochenen eigentlichen Ocularglases und des Collectivglases zu verbessern, indem man zu beiden Gläsern dieses (sogenannten Huyghens'schen oder Campanischen) Oculares je eine planconvexe Crownglaslinse wählt, von denen jede ihre convexe Seite gegen das Object zu kehren. Die Brennweite des eigentlichen Ocularglases gleich n gesetzt, macht man das Collectiv gleich $3n$ Brennweite und fasst beide Linsen in eine Röhre, so dass ihr Oberflächenabstand dann gleich ist $2n$. Das Collectivglas fängt bei diesen Verhältnissen die vom Objectiv kommenden Bildstrahlen auf, ehe sie sich wirklich zu einem Bilde vereinigt haben, macht sie noch stärker zusammenlaufend und verlegt das nun entstehende, kleinere aber concentrirtere, also auch lichtstärkere Bild in weitere Entfernung von dem eigentlichen Ocularlinsenglase. Wäre kein Collectivglas da, so würde ein grösseres, aber weniger helles Bild innerhalb des Ocularglases entstehen. Nach Berechnung verhalten sich die Entfernungen des Bildes, welches mit Hilfe des Collectives entsteht und jenes, welches ohne Collectiv entstehen würde, vom Collectivglas an gerechnet, wie 1 : 1·5. Sollte nun das Bild, welches ohne Collectivglas entstehen würde, durch eine Loupe ebenso stark vergrössert werden, als man das mit dem Collectivglase entstehende Bild durch die äussere Linse sieht, so müsste die Brennweite der

Loupe 1·5, also halb so gross sein, als die des Collectivglases, welches demnach bei gleichem Fehler wegen der sphärischen Aberration einen doppelt so grossen Durchmesser haben kann, als eine Loupe, welche dieselbe Vergrösserung geben würde als das in Rede stehende Huyghens'sche Ocular. Aus dieser Rechnung geht hervor, dass man durch geeignete Linsencombination die sphärische Aberration beschränken kann, ohne die wirksame Oeffnung der Linsen zu sehr zu beschränken, wie man dies z. B. durch Abblendung der Randstrahlen mittelst Blenden ebenfalls, jedoch auf Kosten der Lichtstärke und anderer bald zu besprechender Vortheile thun könnte und auch manchmal thun muss.

In ähnlicher Weise wird eben auch die sphärische Aberration der Objectivsysteme verbessert, indem man, wie bereits erwähnt, dieselben aus mehreren achromatischen Linsen zusammensetzt; ja neuester Zeit kehrt man bei den sogenannten Apochromatobjectiven und Compensationsocularen — wie wir weiter unten sehen werden — zu dem schon von älteren Mikroskoperzeugern angewendeten Grundsatze zurück, Objectiv und Ocular als ein optisches System zu betrachten und die Fehler derselben gegenseitig auszugleichen.

Je nachdem das Objectivsystem aus 1, 2, 3 oder mehr selbstständigen Linsen besteht, wobei unter selbstständigen Linsen sowohl achromatische, also einfache Linsen zu verstehen sind, spricht man von ein, zwei, drei- und mehrgliedrigen Linsensystemen.

Das schwächste Objectivsystem wird meist eingliedrig hergestelllt, d. h. es stellt eine einzige achromatische Linse von einiger Grösse dar, welche aber mit einer Blende derart zum Theile verdeckt ist, dass die störenden Randstrahlen, welche bei schwachen Systemen eine sehr merkliche Formaberration herbeiführen würden — ausgeschlossen sind. Die hiedurch bewirkte geringere Lichtstärke kommt bei so schwachen Objectiven nicht in Betracht, auch der Oeffnungswinkel ist meist, freilich immer, wie z B. bei embryologischen Untersuchungen, ein untergeordneter Factor bei solchen Linsen, die meist nur zur Uebersicht dienen.

Will man aber solche schwache Linsen zu embryologischen Beobachtungen benützen, dann kommt es sehr, namentlich beim Zeichnen und Photographiren von solchen Objecten, auf eine ebene, von der Formaberration möglichst freie Bildfläche an und es ist auch wünschenswerth, das das Gesichtsfeld ein möglichst grosses sei, d. h. der überblickte Theil des Objectes einen grösstmöglichen Durchmesser habe. Um nun diese beiden Vortheile zu erreichen, macht man auch solche schwache Systeme zweigliedrig, d. h. man setzt sie aus zwei achromatischen Linsen zusammen. Bei der Besprechung der Apochromatobjective werden wir hören, dass Zeiss in Jena neuerdings ein eingliedriges ganz schwaches System verfertigt, dessen einziges Glied aber nicht aus einer achromatischen Linse, sondern aus einer dreitheiligen apochromatischen Linsencombination besteht.

Die mittelstarken Linsensysteme bestehen meist aus drei Gliedern, die stärksten Linsensysteme haben deren mitunter noch mehr; bei den Apochromaten werden wir davon hören.

Wie wir bereits besprochen haben, sind alle diese Glieder in Messing gefasst und mit einander ein für allemal verbunden. Oben, am offenen Theile sind die Linsensysteme mit einem Schraubengewinde versehen, mittelst welchem sie an den Tubus angeschraubt werden können. Es ist nun leicht begreiflich, dass es wünschenswerth erscheint, jedes Linsensystem an jedem Tubus, beziehungsweise an jedem Stative verwenden zu können. Diesem lange nicht beachteten Wunsche ist zuerst dadurch theilweise entsprochen worden, dass man alle continentalen Systeme mit dem sogenannten Hartnack'schen Gewinde (nach dem berühmten Mikroskoperzeuger Hartnack so benannt) versah und den Stativen dieses Gewinde am Tubus einschnitt. Bei demselben ist die Schraubenmutter im System eingelassen, während am Tubus die Schraube selbst angedreht erscheint.

Durch den Zuzug von englischen und amerikanischen Medicinern an die deutschen Kliniken kamen viele englische und amerikanische Instrumente in die deutschen Universitätsstädte und die dortigen Mechaniker — an der Spitze Zeiss in Jena — acceptirten das englisch-amerikanische Gewinde, die sogenannte „society-screw“ als internationales Gewinde. Bei diesem ist die Mutter in den Tubus eingeschnitten und die Schraube am oberen Ende des Objectivsystemes eingedreht, auch ist die englische Verschraubung grösser und schwerfälliger, soll sich aber, was wir dahingestellt sein lassen wollen — leichter centrisch erhalten lassen — als das Hartnack'sche Gewinde. Nach dem Vorgesagten gibt es also jetzt zwei Normalgewinde von internationaler Bedeutung: das Hartnack'sche Gewinde, welches die französischen Firmen beibehalten und das englisch-amerikanische, an welchen die englischen und amerikanischen Firmen zähe festhalten. Die deutschen und

österreichischen Firmen haben beide Gewinde acceptirt, indem sie auf Wunsch die Systeme mit einem Zwischenstück liefern, welches mit dem englisch-amerikanischen Gewinde versehen ist und am anderen Ende mittelst der Hartnack'schen Schraube mit dem Linsensysteme verschraubt ist; schraubt man das Zwischenstück ab, so bleibt das System mit der Hartnack'schen Schraube und kann daher direct an jedem mit Hartnack'schem Gewinde versehenen Stative benützt werden; mit dem Zwischenstück passt es auf englische und amerikanische Stative ebenfalls.

Andererseits haben die deutschen und österreichischen Firmen auch ihren Stativen eine wahrhaft internationale Vielseitigkeit dadurch gegeben, dass sie an ihrem Tubus, wie Fig. 15 zeigt, das Zwischenstück anbringen.

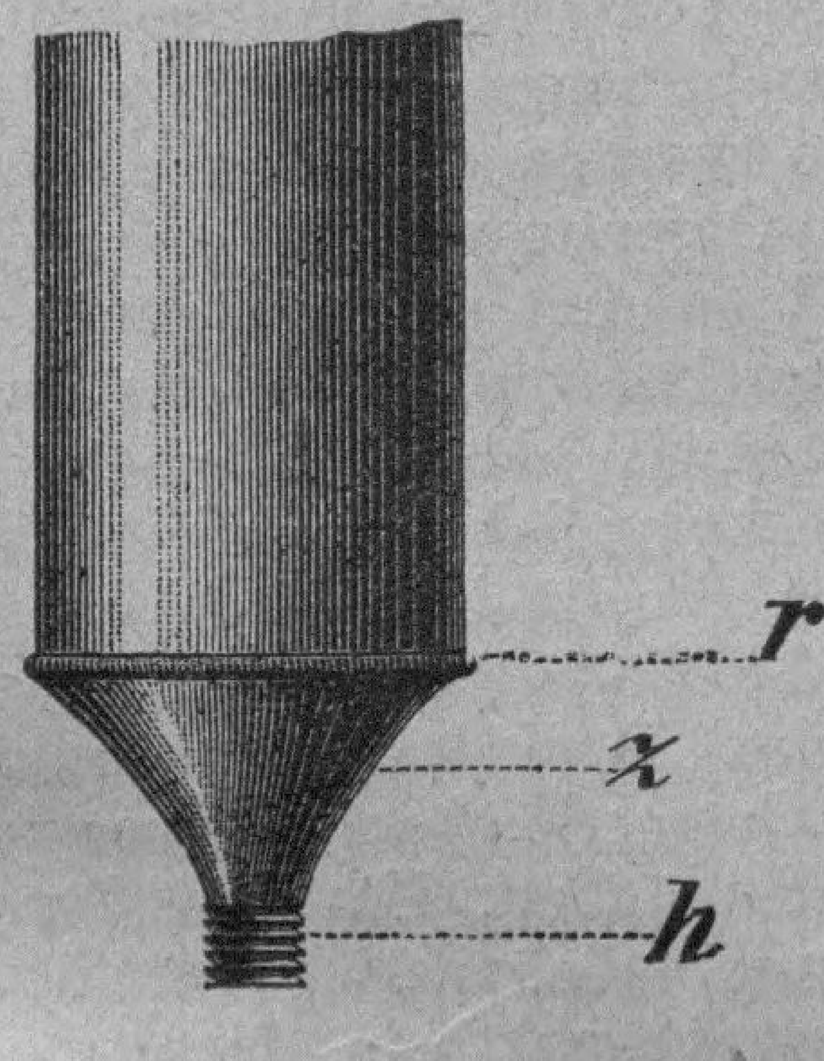


Fig. 15.

Schraubt man an der Randerirung bei *r* das Zwischenstück ab, so passt in das Gewinde, mit welchem eben jenes Zwischenstück eingeschraubt war — jedes englisch-amerikanische System. Lässt man dagegen dieses Zwischenstück am Tubus, so lässt sich an dem Ende dieses Zwischenstückes, welches am Zapfen *h* das Hartnack'sche Gewinde eingeschnitten trägt — jedes mit dem letztgenannten Gewinde versehene System anbringen.

Aus den vorbeschriebenen Einrichtungen kann nun gefolgert werden, dass man heutzutage, falls man von einer renommirten Firma zu einem Stativ-Systeme, oder zu Systemen ein neues Stativ bezieht — in der Regel einer Anpassung nicht mehr bedarf. Doch gilt das insoferne, wie wir später sehen werden — nur cum grano salis, als die englisch-amerikanischen Systeme für die Tubuslänge von 10 englischen Zoll optisch berechnet sind, während die continentale Tubuslänge blos 180 mm zu betragen pflegt und dass umgekehrt unsere meist für diese Tubuslänge adjustirten continentalen Objectivsysteme — an dem langen englischen Tubus angebracht — keine tadellosen Bilder mehr geben.

Wir haben nun das Allgemeine an den Objectivsystemen zum grössten Theile erledigt, müssen aber, bevor wir weiter gehen, den Einfluss besprechen, den Flüssigkeitsschichten und Deckgläser ausüben, unter welchen aus Gründen der Conservirung derselben die Objecte, die man der mikroskopischen Betrachtung unterwirft — meist zu liegen kommen und wodurch dieselben eigentlich erst zu mikroskopischen Präparaten werden.

Um den Einfluss der Deckgläser oder Wasserschichten auf den Gang der Strahlen zu verstehen, ist folgende Erörterung nöthig: Es sei *o* in Fig. 16 ein Punkt eines beleuchteten Objectes, über welchem das Deckglas *AB* liegt. Von diesem Punkte *o* des beleuchteten Objectes geht ein Strahlenkegel aus. Es ist bekannt, dass Lichtstrahlen desto stärker gebrochen werden, je schiefer sie auf die brechende Fläche auffallen; freilich hat dies eine Grenze, indem gar zu schief auffallende Strahlen nicht mehr gebrochen, sondern ganz zurückgeworfen werden, wovon wir später hören werden. *ob* und *od* sowie *oc* und *oe* seien solche Strahlen, welche vom Punkte *o* des Objectes ausgehen und vom Deckglase (oder einer das Object bedeckenden Flüssigkeitsschichte *AB*) bei *b*, *d*, *e* und *c* gebrochen werden, so dass sie in den Richtungen *fl*, *hm* einerseits, *in* und *gs* andererseits beim Austritt aus dem Glase in die Luft fortgehen. Nur der Strahl *op*, welcher also in der optischen Achse liegt, wird ungebrochen bleiben.

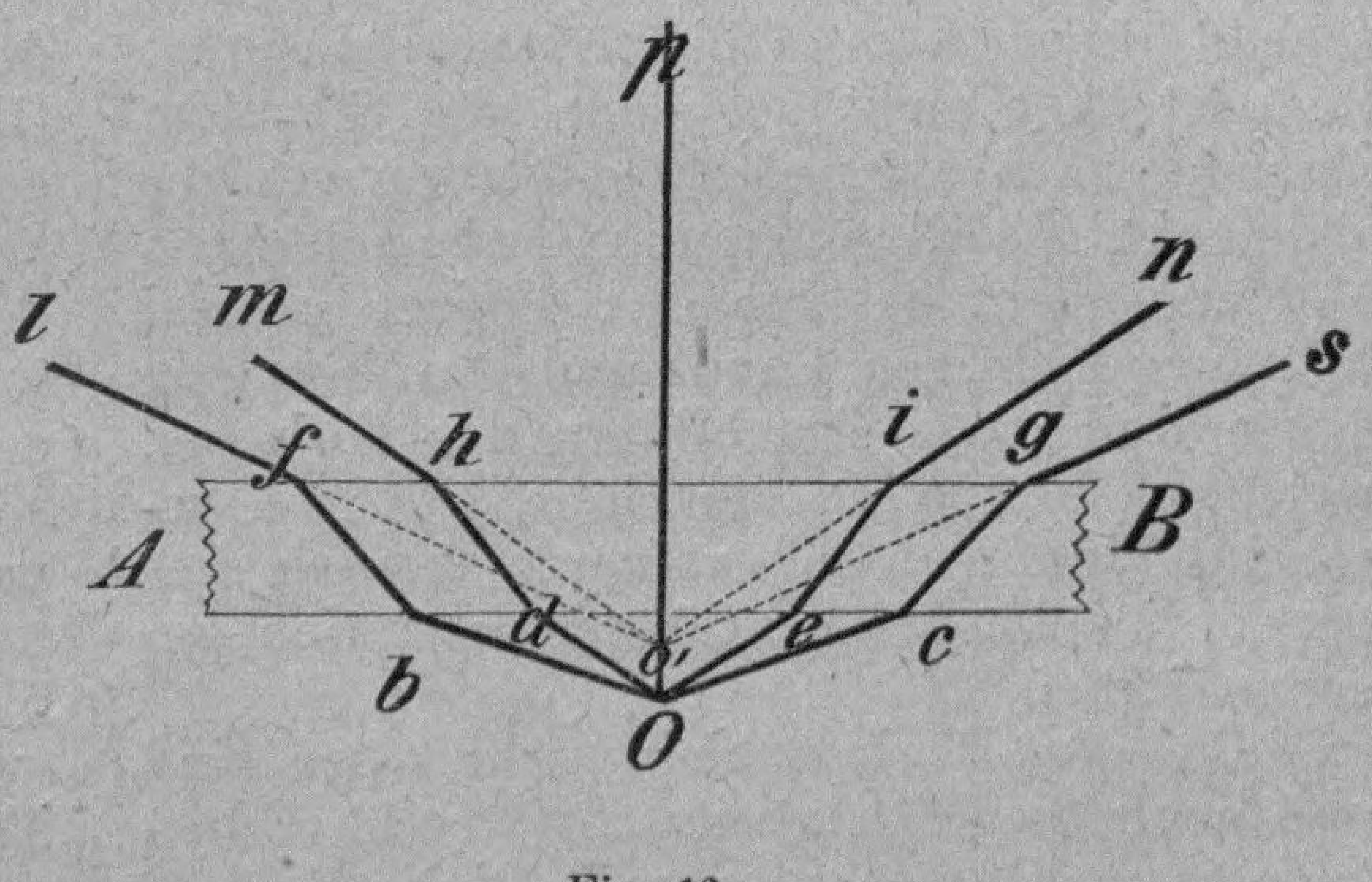


Fig. 16

Da aber unserem Auge jeder Lichtstrahl geradlinig erscheint, so sehen wir

auch den Punkt o durch das Deckglas AB hindurch nicht mehr in o, sondern in o', wo die gebrochenen Strahlen lf, mh und ni, sg, wie dies durch die punktirten Linien angedeutet ist, zusammentreffen würden, wenn man sie von f, h, i und g geradlinig verlängert. Es erscheint somit durch das Deckglas oder die Wasserschichte jeder Punkt des Objectes, somit auch dieses selbst gehoben, dem Glase selbst genähert, oder sogar in diesem liegend, ähnlich wie eine Münze in einer Schüssel bei dem bekannten Taschenspielerkunststück einem seitlich stehenden Beobachter, der sie des Schüsselrandes wegen nicht sieht — in dem Momente wieder sichtbar wird, in welchem Wasser über die Münze gegossen wird. Auch der Grund in durchsichtigen Seen und Teichen erscheint höher und das Wasser scheinbar seichter u. dgl. mehr.

Aus dem Gesagten folgt also, dass man nur höher einzustellen brauchte, um diesen Einfluss des Deckglases oder einer Wasserschicht über dem Objecte auszugleichen. Dem ist aber nicht so, denn die Strahlen, die nahe der Achse po gehen, werden weniger abgelenkt, als die mehr am Rande gehenden und man sieht deshalb das Object central in seiner richtigen Lage und darüber eine ganze Reihe von Trugbildern des Objectes, welches dadurch in die Höhe gezogen erscheint, somit ähnlich verzerrt, wie wir dies bei der sphärischen Längenaberration gesehen haben.

Da die Deckgläschen sehr dünn sind und auch die Flüssigkeitsschichten über dem Objecte meist eine minimale Dicke haben, so ist diese Aberration nicht so gross, um schon bei ganz schwachen Objectiven auffallende Undeutlichkeiten am Bilde zu zeigen; da jedoch die Dicke des mit den übereinander gelegenen Bildern erfüllten Raumes ebenfalls vergrössert wird, wenn das Object selbst vergrössert wird, da ferner die Randstrahlen, wie schon ausgeführt, bedeutend stärker abgelenkt werden, als die oxialen Strahlen, so leuchtet ein, dass sich der störende Einfluss desto stärker äussern wird, je stärker sie vergrössern und je mehr Randstrahlen sie durchlassen, d. h. je grösser deren wirksame Oeffnung ist.

Diese stärkeren Systeme werden nun entweder schon mit Rücksicht auf eine bestimmte Deckglasdicke hergestellt, so dass dieselben innerhalb gewisser Grenzen, zum Beispiel für Deckgläser von 0·15 bis 0·25 mm Dicke, corrigirt erscheinen, oder aber man richtet die Objectivsysteme derart ein, dass der Beobachter selbst dasselbe für die jeweilig angewandte Deckglasdicke corrigiren kann.

Hiezu ist eine mechanische Vorrichtung am Objective erforderlich, welche es ermöglicht, die beiden untersten Linsen des meist viergliedrigen Objectivsystemes einander zu nähern oder sie von einander zu entfernen; ersteres für dickere, letzteres für sehr dünne Deckgläschen. Fig. 17 zeigt ein solches Correctionssystem.

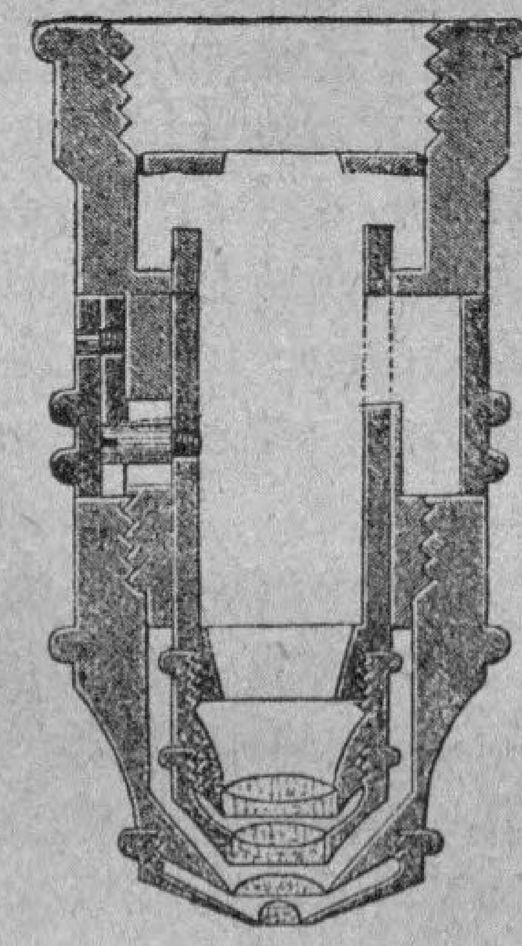


Fig. 17

Dreht man an der in der Mitte des Systems ersichtlichen hervorragenden Randerirung, so werden die i n n e r e n zwei Glieder des Objectivsystems gehoben oder gesenkt und so den unteren genähert oder entfernt. Man kann auf diese Art während des Beobachtens das Bild nach der jeweiligen Deckglasdicke corrigiren, was ein sehr grosser Vortheil ist, da man dabei sieht, wie die Correction wirkt. Dort aber, wo man die Deckglasdicke kennt, kann man die Correction schon vor der Beobachtung feststellen. Um das Correctionssystem herum ist nämlich gürtelförmig eine Theilung angebracht, so dass die Theilstriche und Ziffern beim Drehen an einem Zeichen (Punkt oder Strich), welches am feststehenden Theil des Correctionssystems angebracht ist — vorbeipassiren (diese ganze Vorrichtung heisst technisch „Correctionsring"); jeder Theil entspricht nun gewöhnlich einer Deckglasdicke von $^1/_{100}$ mm. Weiss man zum Beispiel, dass das Deckglas, welches man gemessen hat (darüber später), 0·20 mm, also 20 Hunderttheile eines Millimeters dick ist, so dreht man am Correctionsringe so lange, bis das Zeichen (der „Index") von 1 an gezählt den zwanzigsten Theilstrich zeigt und betrachtet nun das Object. Diese vielfach empfohlene Art der Correction lässt uns aber dort im Stiche, wo nebst dem Deckglase noch eine Flüssigkeitsschicht von beträchtlicherer Dicke über dem zu betrachtenden Gegenstande liegt, da ja diese ähnlich dem Deckglase wirken muss und sonach das Object gewissermaassen von einem dickeren Deckglase bedeckt erscheint. Dieser Fall stellt sich sehr häufig ein, namentlich wenn man Infusorien in einem Wassertropfen

beobachten will und dergleichen. In solchem Falle muss man wohl schon während des Beobachtens selbst mit dem Correctionsring nachhelfen, was allerdings recht lästig ist und namentlich dann schwer auszuführen ist, wenn das Infusorium bald auf den Grund taucht, bald an die Oberfläche bis zum Deckglase emporsteigt, wobei man dann nicht nur, da zwischen dem Object und dem Objectiv stets wechselnde, verschieden dicke Flüssigkeitsschichten liegen, sondern auch noch die Distanzen sich ändern und man daher auch mit der Mikrometerschraube nachhelfen muss.

Im Wege des Principes der sogenannten Eintauchung, „Immersion", ist man heute so weit gekommen, die Deckglas-Correctionsvorrichtung ziemlich entbehren zu können, doch werden Wasser-Immersionssysteme meist mit Correction versehen, warum, das werden wir bald einsehen.

Es ist bekannt, dass wenn Lichtstrahlen unter einem gewissen sehr schiefen Winkel auf einen durchsichtigen, lichtbrechenden Körper auffallen, sie nicht mehr durch den Körper hindurchgehen, sondern wie von einem Spiegel zurückgeworfen werden, was man die totale Reflexion nennt, zum Unterschied von der partiellen, welche immer eintritt, wenn Lichtstrahlen durch Medien von verschiedener Brechung durchgehen, z. B. von Luft in Glas, von da wieder in Luft u. dergl. Die totale Reflexion für unsere Glassorten tritt bei einem Winkel von 41° 49′ ein, d. h. wenn ein Lichtstrahl unter diesem Winkel auf eine Glasfläche auffällt, so wird er nicht mehr durchgelassen, sondern vom Glase reflectirt; bei minder kleinen Winkeln wird nur ein Theil des Lichtes durchgelassen, ein anderer Theil reflectirt, bei einem Winkel von 180° endlich geht theoretisch alles Licht durch, obgleich dies in der Praxis nicht gilt, sondern auch hier noch Licht theils durch die Absorption, theils durch die sogenannte innere Reflexion verloren geht, und zwar desto mehr, je dicker das brechende Medium ist, da es eben keinen vollkommen lichtbrechenden Körper gibt. Aus dieser Erwägung folgt, dass auch beim Durchgange von Strahlen vom Präparate durch das Deckglas zum Objective und von da zum Oculare durch die totale, partielle und die innere Reflexion, ganz abgesehen von der Absorption in dem Linsensysteme selbst, Licht verloren geht, und zwar um desto mehr, je schiefer die Strahlen auffallen und je grösser der Unterschied zwischen den brechenden Medien ist, die das Licht passirt. Wenn das Licht aus dem Deckglase austritt (siehe oben Fig. 16) wie bei *f* und *h* und *i* und *g*, so haben die Strahlen *fl* und *hm*, sowie *in* und *gs* schon eine ziemlich schiefe, gegen die Frontlinsenfläche des Objectivsystemes sehr geneigte Richtung, so dass viele derselben, namentlich die Randstrahlen, unter dem Minimum von 41° 40′ auffallen und daher ganz reflectirt werden, viele dagegen durch die partielle Reflexion verloren gehen, da zwischen der Frontlinse und dem Deckglase Luft ist, also ein Körper, der erheblich weniger lichtbrechend ist, als das Glas.

Um diese Lichtverluste auszugleichen, hat man nun vorgeschlagen, zwischen Linse und Deckglasoberfläche Wasser zu bringen. Wasser hat denn doch einen Brechungscoëfficienten von 1·336, wenn Glas einen solchen von ca. 1·596 hat, es ist also beim Durchgang ein viel geringerer Unterschied in der Brechungskraft von Glas und Wasser, als von Glas und Luft, es wird dabei weniger Licht verloren gehen. Auch wird, da dann die aus dem Deckglas austretenden Strahlen wieder in ein fast ebenso stark lichtbrechendes Medium übergehen, der in Fig. 16 dargestellte Einfluss des Deckglases, resp. verschieden dicker Deckgläser gemildert; ich sage gemildert, da eben das Objectiv sammt dem eingeschalteten Wassertropfen dennoch immer für bestimmte Deckglasgrenzen berechnet und hergestellt werden muss, weiters weil denn doch zwischen Wasser und dem Glase der Frontlinse des Objectives einerseits und dem Glase des Deckglases andererseits eine Verschiedenheit im Brechungsexponenten von 0·26 besteht.

Man hat daher die stärkeren Immersionssysteme stets mit Correction hergestellt, bis auf das schwächste, was man meist mit oder ohne Correction haben kann. Ich selbst besitze ein derartiges Wasserimmersionssystem Nr. 10 ohne Correction von Carl Reichert in Wien, welches mir treffliche Dienste leistet.

Man hat in Deutschland nach dem Principe Stephenson's sogenannte homogene Immersionen hergestellt, d. h. Tauchsysteme, die nicht in destillirtes Wasser, sondern in Cedernholzöl, oder in eine Mischung von Ricinus- und Fenchelöl, oder in eine Mischung von Vaselin und Mandelöl, oder in eine Emulsion aus Chloralhydrat und Glycerin eintauchen. Die genannten Flüssigkeiten, von denen das Cedernholzöl das weitaus gebräuchlichste Medium ist, haben nämlich alle nahezu denselben Brechungsexponenten wie das Crownglas der Frontlinse und des Deckgläschens, so dass eine optisch homogene Verbindung zwischen System und Präparat hergestellt wird,

welche noch vollkommener wirkt als das Wasser der Wasserimmersion. Solche homogene Immersionen habe ich von Carl Reichert in Wien, Paul Wächter in Berlin und neuestens von Merker & Ebeling in Hernals bei meinen Arbeiten benützt und kann ich dieselben nur wärmstens empfehlen, wo es sich um subtile Untersuchungen handelt. Nur muss man, wie auch bei Wasserimmersionen, die Systeme sehr rein halten, nie mehr als einen kleinen Tropfen zwischen Objectiv und Deckglas bringen und nach Gebrauch die Frontlinse sehr rein abwischen und schliesslich mit Xylol bei den Oelen, mit destillirtem Wasser und Spiritus bei der Chloralhydrat-Glycerinmischung sehr rasch abwaschen und gleich darauf gut abtrocknen. Wenn auch bei den Immersionssystemen die Frontlinse keine achromatische Linse, sondern eine einfache Crownglaslinse ist, so ist doch diese Frontlinse mitunter mit Canadabalsam in ihre Fassung eingekittet und Oele, auch fette Oele greifen nach den Untersuchungen des Dr. Jolles, sobald nur ein geringer Rest davon in die Fassung dringt, die Verkittungen an. Merker zieht es daher vor, bei seinen Immersions-Systemen bei der Frontlinse den Kitt ganz wegzulassen und diese Linse mit dem Polierstahle so dicht als möglich in die Metallfassung einzudrehen, wobei allerdings viele Linsen zu Grunde gehen, aber der Uebelstand, der oben angedeutet wurde, vermieden wird.

Bevor wir auf die weiteren modernen Verbesserungen der Linsen-Systeme eingehen, müssen wir aber die sogenannten optisch relevanten allgemeinen Maasse derselben, das ist Brennweite, Oeffnungswinkel und nummerische Apertur, ferner das optische Vermögen der Objective und dessen Componenten und endlich die Wechselwirkung aller dieser Verhältnisse kennen lernen.

Ueber die optische Leistung, die optisch relevanten Verhältnisse und das optische Vermögen der Mikroskope.

Wir kommen nun zu einem sehr wichtigen, aber dem Anfänger im Mikroskopiren schwer zugänglichen Thema: die optische Leistung der Mikroskope. Die optische Leistung eines Mikroskopes bezeichnet man als „Optisches Vermögen“ desselben. Der Laie stellt sich nun gewöhnlich vor, dass dieses optische Vermögen hauptsächlich in der Vergrösserungskraft bestehe; dem ist aber nicht so.

Die Vergrösserung ist eigentlich Nebensache, sondern die Sichtbarkeit gewisser Details ist die Hauptsache bei der Wirkung des Mikroskopes und der Zweck desselben. Die Vergrösserung ist allerdings Mittel zum Zwecke, da eben gewisse Details erst bei einer gewissen Vergrösserung sichtbar werden; doch schliesst dies nicht aus, dass ein Mikroskop bei einer 1000maligen Vergrösserung weniger zeigt, als ein anderes, besseres Instrument bei 300maliger Linearvergrösserung. Die Vergrösserung ist also allerdings ein relevantes Verhältniss, aber kein solches von so ausschlaggebender Bedeutung, wie der Laie vermuthet. Die Vergrösserung wird in der wissenschaftlichen Welt stets linear angegeben, d. h. wenn irgendwo in einem wissenschaftlichen Werke oder Preiscourante solider Firmen angegeben ist: 200malige, 300malige Vergrösserung, so ist damit gemeint: In diesem Mikroskope sieht man eine Linie von z. B. $^1/_{10}$ mm im ersten Falle 20 mm, im zweiten Falle 30 mm lang. Speculativen Köpfen waren aber diese Vergrösserungsziffern, die ja dem Laien imponiren sollten, zu klein; sie calculirten: das Mikroskop vergrössert ja nicht nur den darunter gelegten Gegenstand in der Längendimension, sondern auch in der Breitendimension, folglich im Quadrate. Ein Mikroskop, welches also 25mal linear vergrössert, vergrössert also 25 × 25mal = 625mal! Setzen wir, so dachten sich diese Geschäftsleute bescheidener Weise, an Stelle der 625mal, die wir ja zu Recht hätten, 500mal, so macht das Effect. Und so las und liest man häufig Inserate des Inhaltes, ein Mikroskop von 500maliger Vergrösserung sei für 1 fl. 25 kr. oder noch niederere Preise zu beziehen. Natürlich sind dies nur Loupen von primitiver Construction, welche eine 20mal bis 25mal lineare, somit 400- bis 600mal quadratische Vergrösserung bewirken, die Erstere ist aber nicht angeführt, sondern nur die Letztere. Selbstredend spricht man in ernst zu nehmenden Geschäften nur von linearer Vergrösserung, ohne das Wort

„linear“ hinzuzufügen. Auch die Verfügung der Pharmacopoea Austriaca VII, dass jede Apotheke mit einem Mikroskope von 400-maliger Vergrösserung versehen sein müsse, versteht unter der Zahl 400 die lineare Vergrösserung.

Wie diese Vergrösserung bestimmt wird, können wir erst dann beschreiben, bis wir das Messen der Objecte unterm Mikroskop abgehandelt haben werden; vorläufig müssen wir daran festhalten, dass die Vergrösserung eines Mikroskopes ein Factor der Gesammtleistung, aber kein Ausdruck, kein Maass für dieselbe ist.

Wir werden approximativ-vergleichbare Maasse für die optische Leistungsfähigkeit von Mikroskopen bei dem Abschnitte „Prüfung und Kauf eines Mikroskopes“ kennen lernen; hier ist es unsere Aufgabe, die optisch-relevanten Verhältnisse der Mikroskope zu besprechen und das optische Vermögen zu zergliedern.

Diese optisch-relevanten Verhältnisse sind: die Brennweite der Objectivsysteme, der Oeffnungswinkel und die sogenannte numerische Apertur derselben, endlich die bereits besprochene Vergrösserung, welch' letztere jedoch nicht für das Objectivsystem als solches (absolute Vergrösserung), sondern mit Bezug auf die verschiedenen Oculare, mit denen ein System bei einer bestimmten Tubuslänge combinirt wird, angegeben zu werden pflegt.

Die Brennweite der Objectivsysteme wird meist in englischen Zollen oder in Millimetern, oft auch in beiden Maassen angeführt. Die Brennweite bedingt die Vergrösserung des Objectivsystemes an sich und beeinflusst den Focalabstand, d. h. den Abstand der Frontlinse vom Präparate, wenn dasselbe eingestellt ist, welcher Abstand behufs Ermöglichung der Durchforschung dickerer Präparate und bequemer Manipulation mit denselben, namentlich bei den mittleren Systemen nicht zu klein sein soll, weshalb die modernen Firmen darauf ihr Augenmerk richten, stark „focale“ mittlere Linsensysteme zu verfertigen.

Bei den schwachen Systemen ist er ohnedies meist hinreichend gross, bei den starken kann er über ein gewisses Maximum hinaus nicht erweitert werden, umsoweniger, wenn diese Immersions-Systeme sind. Je grösser die Brennweite eines Systemes, desto stärker die Vergrösserung. Die Brennweite gibt also ein Maass der Stärke der Systeme. Hat man ein System von $^1/_2$ engl. Zoll Brennweite vor sich, so weiss man, dass es ein schwaches sein wird; eines von $^1/_5$ Zoll z. B. ist ein mittelstarkes zu nennen, solche von $^1/_8$ Zoll kann man als starke bezeichnen, während die allerstärksten Systeme $^1/_{20}$, ja $^1/_{30}$ Zoll Brennweite haben. Weiter geht man heutzutage nicht, da das alsbald zu besprechende optische Vermögen über diese Grenzen hinaus, ja eigentlich schon von $^1/_{15}$ Zoll Brennweite an, nicht in dem Maasse mit der Vergrösserung zunimmt, dass sich die technische Schwierigkeit, so starke Systeme herzustellen, lohnen würde, umsoweniger, als das Arbeiten mit so kurzen Brennweiten ein höchst unbequemes ist.

Deshalb bleiben auch die mittelstarken Systeme die eigentlichen Arbeits-Systeme und man trachtet ihnen heute ein so grosses optisches Vermögen zu geben, dass sie, was die Leistungsfähigkeit anbelangt, die stärksten Systeme aus der Mitte unseres Jahrhunderts übertreffen. Dies liegt aber an ihrem Oeffnungswinkel, respective der sogenannten numerischen Apertur derselben, welche die „wirksame Oeffnung“ eines Linsensystemes bedingt.

Unter Oeffnungswinkel versteht man jenen Winkel, welcher entsteht, wenn man vom Brennpunkte einer Linse oder Linsen-Combination gerade Linien zu den Rändern der Linse zieht; ist die Linse abgeblendet, so wird natürlich der Oeffnungswinkel dadurch erhalten, dass man die Linien bis zu den Rändern der Blendöffnung zieht. Es leuchtet ein, dass durch die Abblendung der Oeffnungswinkel kleiner wird. Die numerische Apertur, welche nach den Untersuchungen Dr. Abbe's den eigentlichen Maassstab für die Auflösungskraft der Systeme bildet, ist eine Function dieses Oeffnungswinkels, nämlich der Sinus des halben Oeffnungswinkels multiplicirt mit dem Brechungsexponenten des brechenden Mediums. Diese Zahl hat nun eine doppelte Bedeutung: Erstens wird die sphärische Aberration desto grösser, je grösser der Oeffnungswinkel wird, da desto mehr Randstrahlen zur Wirkung kommen, zweitens werden aber innere Structurdetails im Präparate desto besser sichtbar, je schiefere Strahlen von ihnen herkommend, noch durch die Linsencombination zum Auge gelangen können und dies ist eben in desto höherem Maasse der Fall, je grösser dieser Oeffnungswinkel ist. Während also einerseits die sphärische Aberration wächst und das Bild neblig wird, die äusseren Contouren verschwimmen, treten andererseits innere, sehr zarte Details hervor und das Bild erscheint hell, plastisch und lebhafter gefärbt. Dieses Vermögen, sehr zarte Details im Inneren des Präparates deutlich zu zeigen, heisst man das sogenannte

Auflösungsvermögen der Objectivsysteme; (fälschlich penetrating power oder durchdringendes Vermögen genannt, welches, wie Dr. Julius Wilh. Behrens neuerlich erörtert hat, eine separate Componente des optischen Vermögens bildet und mit dem Auflösungsvermögen nicht zu-, sondern abnimmt); Auflösungsvermögen deshalb, weil es sehr nahe bei einanderliegende Punkte, Sechseckchen und dergleichen, die bei minder auflösungsmächtigen Systemen zusammenhängende Linien zu sein scheinen oder ganz unsichtbar bleiben, in ihre Elemente also: Punkte, Sechseckchen und dergleichen auflöst, ganz ähnlich, wie ein Fernrohr in einem Sterne eine Gruppe von zwei, ja drei Sternen erkennen lässt oder gar einen Nebelfleck in eine Heerde von Sternen zerlegt.

Es ist natürlich, dass man die Uebelstände, die die grosse Oeffnung nach sich zieht, nämlich das starke Hervortreten der sphärischen Aberration durch technische Hilfsmittel zu corrigiren sucht, um dadurch ein scharf begrenztes, nebelfreies und farbenfreies Bild zu erhalten, ohne den Oeffnungswinkel zu verringern.

Mit anderen Worten: Man sucht das Auflösungsvermögen mit einem guten Begrenzungsvermögen zu vereinigen, was allerdings, wie aus dem bei Abhandlung der Abberration bereits Gesagtem hervorgeht, wegen der Randstrahlen seine technischen Schwierigkeiten hat, weshalb man das Begrenzungsvermögen (defining power) dem Auflösungsvermögen geradezu entgegengestellt hat; in Wahrheit ist das eine wie das andere nur je eine Componente des optischen Vermögens überhaupt, zu der sich das sogenannte Tiefenwirkungs-Vermögen, das in einer Beseitigung der diaphanatischen Aberration seine Grundlage hat, als dritte Componente hinzugesellt. Immerhin bleibt das Auflösungsvermögen die wichtigste Componente und bildet daher einen Hauptvorzug eines guten Instrumentes; die beiden anderen Vermögen sind gewissermaassen nur etwas Negatives, nämlich der Ausdruck der Beseitigung der durch möglichste Hebung des Auflösungsvermögens mit sich gebrachten Fehler des betreffenden Systemes. Wir definiren also das Begrenzungsvermögen als die Fähigkeit, ein scharfes von Farbensäumen und Nebelschleiern freies Bild zu liefern, welches wie gezeichnet aussehen, d. h. deutliche Contouren haben soll. Dies erreicht man durch Verbesserung der chromatischen und sphärischen Aberration. Die Correctur der chromatischen Aberration haben wir zum Theile bereits besprochen und auch erklärt, wie man ihr durch achromatische Linsen Abbruch zu thun sucht. Trotzdem nun die Linsen achromatisch sind, bleibt doch, da entweder die rothen oder die violetten Strahlen auf die nämliche Brennweite gebracht, die Systeme also im ersteren Falle, wie der Terminus lautet, „unter-, im zweiten Falle übercorrigirt“ sind — die sogenannte secundäre Farbenabweichung, auch Secundär-Spectrum genannt, zurück und äussert sich bei schiefer Beleuchtung in einem eigenthümlichen gelblichen oder grünlichen Schimmer des Gesichtsfeldes, d. h. des lichten Kreises, den man im Mikroskope sieht, während bei centraler Beleuchtung die scharf eingestellten Objecte einen durch Aufhebung der complementären Farben hervorgerufenen grauweissen, schimmernden Saum zeigen, der namentlich bei stärkeren Systemen und sehr zarten Objecten, z. B. Bacterien, deutlich hervortritt. Das zweite dieser negativen Vermögen, das Tiefenwirkungsvermögen, ist das Vermögen eines Linsensystems, auch dickere Präparate zu durchdringen und den Zusammenhang der einzelnen Schichten scharf und deutlich, also mit Hinwegbleiben der diaphanatischen Aberration zu zeigen. Es ist sozusagen ein wahrhaftes Durchdringungsvermögen und sollte mit dem Auflösungsvermögen nicht verwechselt werden, da es ebenso wie das Begrenzungsvermögen mit dem Oeffnungswinkel abnimmt, folglich sich nur schwer mit einem grossen Auflösungsvermögen verbinden lässt. Auch hier scheint eigentlich ein Ausdruck für etwas Negatives, für das Nichtvorhandensein der diaphanatischen Aberration gewählt worden zu sein, während das Positive denn doch nur das Auflösungsvermögen ist, welches aber eben eine stark diaphanatische Aberration zum Begleiter hat.

Resumiren wir also das Gesagte, so kommen wir zu dem Resultate: das optische Vermögen liegt eigentlich blos im Auflösungsvermögen; dieses wächst mit der wirksamen Oeffnung; mit dieser wachsen aber auch die Abberrationen und die Bildschärfe und Tiefenwirkung nimmt ab; ja sogar der Focalabstand wird in der Regel kleiner, je grösser der Oeffnungswinkel wird. Die Aufgabe der modernen Technik ist es also, bei grösstmöglichem Auflösungsvermögen die bestmögliche Correctur der Aberrationen zu bewirken. Das Resultat dieser Correctur äussert sich in Begrenzung und Tiefenwirkung. Wie diese Correctur zu Stande kommt, haben wir nur angedeutet; in der Praxis ist es die Sache der Kunstfertigkeit des Optikers; die Principien gibt freilich die Wissenschaft.

Es wurde durch die Wissenschaft festgestellt, dass das normale menschliche Auge trotz der bisherigen Fortschritte in der Mikroskop-Erzeugung relativ weit kleinere Körper noch wahrzunehmen vermag, wenn es unbewaffnet dieselben betrachtet, als mit einem Mikroskope.

So braucht (nach Harting) ein fadenförmiges Object, um vom blossen Auge wahrgenommen zu werden, blos einen Durchmesser von $^1/_{200}$ mm zu besitzen, während im Mikroskope ein fadenförmiges Object $^1/_{30}$ mm gross erscheinen muss, um wahrgenommen zu werden. Dies ist so zu verstehen: Ein fadenförmiges Object von $^1/_{45000}$ mm Durchmesser muss mit einem guten Mikroskope mindestens 1500mal vergrössert werden, um sichtbar zu werden, da es erst bei dieser Vergrösserung $^1/_{30}$ mm gross erscheint.

Seitdem Harting diese Untersuchungen pflog, sind allerdings die Mikroskope verbessert worden, indem man, wie bereits erwähnt, denselben ein hohes Auflösungsvermögen zu geben vermag, aber das von der Wissenschaft gesteckte Ziel, im Mikroskope ein Object, welches darin $^1/_{200}$ mm gross erscheint, also welches noch innerhalb der Grenze des Sehvermögens des menschlichen Auges liegt, wahrnehmbar zu machen, also sozusagen die Sehfähigkeit des menschlichen Auges voll auszunützen, ist nicht erreicht worden und wird hauptsächlich deshalb nicht erreicht werden, weil mit der Vergrösserung die Lichtstärke in einem quadratischen Verhältnisse abnimmt; sieht also das normale Auge einen Gegenstand bei der Lichtstärke 1, so sieht es ihn zehnmal vergrössert blos in einer Lichtintensität von $^1/_{10}$ u. s. w. Natürlich concentrirt der Spiegel des Mikroskopes das Licht derart, dass bei schwachen Vergrösserungen das Auge sogar geblendet wird, bei starken erweist sich aber das Gesichtsfeld, namentlich bei trübem Himmel, meist zu dunkel, um die Farben der Objecte deutlich erkennen zu lassen und hat man deshalb verschiedene Beleuchtungsapparate construirt (auf die wir nach Abhandlung des optischen Theiles zurückkommen werden), um diesen Lichtverlust zu paralysiren. Dieser Lichtverlust ist übrigens desto geringer, je grösser die numerische Apertur der Systeme ist. In dieser spielt aber, wie wir gehört haben, nicht nur der Oeffnungswinkel, sondern auch der Brechungsindex der betreffenden Gläser eine Rolle als Factor. Je grösser also der Brechungsindex wird, desto grösser wird die numerische Apertur. Zeiss hat deshalb neuester Zeit äusserst vollkommene, im Handel beim Niederschreiben Dieses noch nicht erhältliche Linsensysteme construirt, welche, um eine noch grössere numerische Apertur zu erzielen, mit Frontlinsen statt aus Crownglas, aus Flintglas versehen sind, das einen grösseren Brechungsindex als Crownglas hat und hat als Eintauchflüssigkeit für diese nach dem Principe der homogenen Immersion construirten Systeme eine dem Brechungsvermögen des Flintglases nahekommende Substanz, das Monobromnaphtalin, gewählt. Diese Systeme sollen, wie verlautet, eine numerische Apertur von fast 2 00 erreichen. Wie gesagt, Näheres über diesen jedenfalls unter der Aegide des Dr. Abbe ausgeführten Versuch habe ich nicht erfahren können.

Derartige hohe Aperturen haben, wie wir später sehen werden, hauptsächlich für Botaniker einen Werth — für den Histologen und wohl auch für den Pharmaceuten genügen geringere Aperturen, zumal dabei, wie Behrens, eine grosse Autorität auf dem Gebiete der Mikroskopie, hervorhebt, das Begrenzungsvermögen und die Tiefenwirkung bei Objectivsystemen für histologische Zwecke sehr wichtige Eigenschaften sind, welche sich nur auf Kosten des Focalabstandes — wie wir früher erörtert haben — mit einem grossen Oeffnungswinkel vereinigen lassen, denn der Oeffnungswinkel wird unter sonst gleichen Umständen desto grösser, je näher der Brennpunkt an die Linse heranrückt, also je kleiner der Focalabstand wird; sucht man daher durch Zusammenstellen mehrerer Linsen unter zweckmässiger Abblendung der gar zu sehr die Begrenzung und Tiefenwirkung störenden Randstrahlen ein möglichst scharf definirendes System zusammenzustellen, so wird man, um eine hohe Apertur zu erzielen, das System mit einem kleineren Focalabstande herstellen müssen. Aus dem Gesagten leitet sich übrigens auch eine populäre Definiton der numerischen Apertur her, welche besagt, dass die numerische Apertur schliesslich nichts Anderes ausdrückt, als das Verhältniss der lichten Oeffnung eines Systemes zu dessen Brennweite oder einen Bruch, dessen Zähler die lichte Oeffnung — ausgedrückt durch den Radius des austretenden Strahlenkegels in der Durchschnittsebene, die durch den Brennpunkt senkrecht auf die Achse des Linsensystemes gelegt gedacht wird — bildet, während die Brennweite in den Nenner kommt. Bei dieser Definition bleibt der Brechungsindex als Factor ganz aus dem Spiele, doch ist er implicite inbegriffen, da er den Zähler in positiver, den Nenner in negativer Hinsicht beeinflusst.

Nach diesen Erörterungen sollten wir als Beispiele Zusammenstellungen von optisch relevanten Verhältnissen von Systemen geben, sparen uns aber diese Zusammenstellung bis zu der Abhandlung über Prüfüng und den Kauf eines Mikroskopes auf, welches Capitel überhaupt enge mit dem eben behandelten zusammenhängt.

Früher müssen wir jedoch auf einen weiteren Fortschritt in der Vervollkommnung der modernen Mikroskope eingehen, auf die sogenannten Apochromaten, welche wir schon oben erwähnt haben, aber vor Abhandlung der optisch relevanten Verhältnisse nicht nutzbringend besprechen konnten.

Die Apochromaten.

Wir haben bereits gehört, dass die achromatischen Objectivsysteme keineswegs ganz farbenfreie Bilder geben und dass auch die sphärische Aberration, namentlich bei stark auflösenden Systemen grösserer Brennweiten, die Schärfe und Deutlichkeit der im Mikroskope gesehenen Bilder noch immer, insbesondere merklich am R a n d e, beeinträchtigt. Diese Fehler machen sich namentlich beim Photographiren durch das Mikroskop sehr fühlbar und es war daher das Bestreben des Dr. Carl Z e i s s in Jena, diese Fehler zu beseitigen.

Zur weitgehendsten Correction der sphärischen Formaberration ohne Beeinträchtigung der Oeffnung, standen den Fachkreisen schon aus der Geschichte des Mikroskopes bekannte Mittel zu Gebote. Diese waren 1. die Behebung (Compensation) der im Objective zurückbleibenden sphärischen Formaberration durch eine entgegengesetzte des Oculares, wie solche schon P l ö s s l, B e n e c k e und andere ältere Optiker versucht hatten; bei diesen bildete je ein auseinanderschraubbares System mit dem Oculare ein optisches Ganzes. O b e r h ä u s e r und nach ihm H a r t n a c k verliessen diesen Weg wieder und fertigten einerseits möglichst vollkommene Oculare und andererseits möglichst aberrationsfreie Objective. Dr. Carl Z e i s s in Jena hat nun mit dem berühmten Mikroskopiker Dr. A b b e sogenannte Compensationsoculare construirt, welche eine der absichtlich nach einer Richtung hin nicht ganz corrigirten Aberration der Apochromatobjective entgegengesetzte sphärische Formaberration zeigen. Diese heben sich nun wie etwas Positives und Negatives auf. Ist zum Beispiel das Apochromatobjectiv derart beschaffen, dass ein Netz von parallelen Linien durch dasselbe ohne Ocular betrachtet, convex erscheinen würde, so wird das Ocular, welches zur Compensirung dienen soll, dasselbe Netz scheinbar concav zeigen. Sind nun alle Objective in einem bestimmten Grade convex zeigend, die Oculare in demselben Grade concav zeigend, so leuchtet ein, dass durch vereinte Wirkung beider das Netz nunmehr aus parallelen Linien bestehen, also naturgetreu erscheinen wird. 2. Die Behebung der Aberration durch Linsen, welche nicht aus zwei, sondern aus drei Linsenkörpern bestehen, wie dies schon der berühmte Physiker Carl August S t e i n h e i l in seiner in München 1852 gegründeten „Optisch-astronomischen Anstalt" mit Erfolg versucht hat. Diese Art hat Dr. Carl Z e i s s bei seinem schwächsten Apochromaten mit Erfolg in Anwendung gebracht, welcher nur aus einem Gliede, aber aus drei Linsen besteht.

Ueberhaupt hat man durch eine Vielheit von entsprechenden Linsen es leichter in der Hand, deren Fehler gegenseitig aufzuheben und der durch diesen Vorgang theoretisch (durch die innere Reflexion und Dispersion) herbeigeführte Nachtheil wird durch die Concentration der sonst in eine Brennlinie sich auflösenden Strahlen in einem Brennpunkte weit aufgehoben. Solche Systeme nannte Dr. V o g e l in Halle „dialytische" und sie waren schon seinerzeit sehr kostspielig und selten im Gebrauche, bei Construction der Apochromaten hat man aber auf dieses Princip zurückgegriffen und macht, während die stärksten achromatischen Systeme höchstens aus 4 Gliedern bestanden, die Apochromaten kürzerer Brennweiten mehrgliedrig, so dass viele derselben aus 10 Linsen bestehen.

Alle diese erwähnten, aus der Geschichte des Mikroskopes hervorgeholten Verbesserungen an unseren Achromaten, machen aber noch kein Objectiv zu einem Apochromaten. — Der Rest der nicht zu weissem Lichte vereinigten Strahlen bliebe noch immer ein bedeutender und machte sich sehr bemerkbar.

Es ist daher ganz und gar eine Errungenschaft der Neuzeit, die den vereinten Kräften tüchtiger Theoretiker und prak-

tischer Optiker zu verdanken ist, wenn es gelang, das secundäre Spectrum ganz zu beseitigen und die Objective nahezu farbenfrei zu machen. Solche farbenfreie Objective nennt man zum Unterschiede von den bisher besprochenen Achromat-Objectiven „Apochromat-Objective".

Ich will es versuchen, dem Leser das Princip der Apochromasie zu erläutern. Dabei müssen wir aber ein wenig weiter ausholen.

Schon bei Besprechung der Achromasie haben wir den Unterschied hervorgehoben, der in der Dispersion (Farbenzerstreuung) bei Crownglas und Flintglas hervortritt. Wir wollen dies nun ausführlicher erklären. Ein Flintglasprisma gibt mehr blaue und violette Strahlen, ein Prisma aus Crownglas dagegen mehr rothe Strahlen, was sich an dem Spectrum, an der Breite der Farbennuancen zeigt. Man geht dabei von der Regel aus, dass man das Spectrum nach den Frauenhoferischen Linien *B C D E F G H* in die sieben Regenbogenfarben theilt und die Brechbarkeit auf eine hier nicht näher zu erörternde Weise für die Farbe jeder dieser Linien bestimmt. Die dann durch Rechnung erhaltene Differenz zwischen dem Brechungsexponenten des Roth bei Linie *B* und des Violett bei Linie *H* geben ein annäherndes Maass der Grösse der Dispersion des benutzten Glases. Man hat nun gefunden, dass man durch chemische Beisätze in der Lage ist, Flint- und Crowngläser zu erzeugen, deren Dispersionsdifferenz eine viel grössere ist, als bei dem gewöhnlichen bisher erzeugten Flint- und Crownglase, wodurch man eine vollkommenere Achromasie herbeizuführen im Stande ist, namentlich, wenn es eben gelingt, Gläser zu fertigen, die bei grosser Durchgängigkeit für weisses Licht dasselbe weniger in seine Farben zerstreuen. Solche Gläser wurden nun in der Fabrik für Glas zu wissenschaftlichen Zwecken der Herren Dr. Schott und Genossen in Jena nach vielfältigen Versuchen zu Stande gebracht und war man schon dadurch in die Lage gesetzt, sehr farbenfreie Systeme zu verfertigen.

Doch wurde die höchste Vollkommenheit erst dadurch erreicht, dass man Linsen aus Flussspath (Fluorcalcium) zu schleifen begann, welcher Körper unbeschadet eines genügenden Brechungsvermögens nur eine geringe Dispersion aufweist.

Ich verdanke diese lange geheimgehaltene Mittheilung dem Herrn Carl Reichert in Wien, welcher seit 1887 Apochromaten und die dazu gehörigen Compensations-Oculare verfertigt und die einzige Firma in Oesterreich ist, von der man selbst verfertigte Apochromaten, und zwar sowohl Trockensysteme, als auch homogene Immersionen von vorzüglicher Qualität beziehen kann. Viele hervorragende Kenner aus Fachkreisen haben diese Systeme, die auch in der land- und forstwirthschaftlichen Ausstellung zu Wien im Jahre 1890 exponirt waren, geprüft und als vorzüglich anerkannt.

Diese Apochromaten hatten eine verschiedene numerische Apertur von 1·25 bis 1·40 und waren in sehr solider Weise ausgeführt, eben deshalb aber auch relativ kostspielig; ob und für welche Zwecke sich die Anschaffung dieser kostspieligen Objective empfiehlt, welche eben wegen der Schwierigkeit, mit der die Beschaffung reinen Flussspathes verbunden ist, sehr theuer sind, darauf werden wir bei Besprechung der Prüfung und des Kaufes von Mikroskopen zurückkommen. Ich theile vorläufig nur mit, dass ich durch die Güte des jetzt schon in den Fachkreisen weltbekannten Diatomeen-Forschers, Herrn Amrhein in Wien, den ich stolz meinen Schüler nennen kann, Gelegenheit hatte, mit einem Apochromaten von Zeiss von der exceptionellen Apertur von 1·43 zu arbeiten und entzückt war von den Bildern dieser Linsen-Combination und dass ich keinen Grund zu zweifeln habe, dass die Apochromaten von Herrn Carl Reichert, welche erst auf dem letzten medicinischen Congresse in Wien ausgestellt waren, den ausländischen in keiner Beziehung nachstehen.

Die Beleuchtungsapparate.

A. Für durchfallendes Licht.

Wir haben bereits den allgemeinen Beleuchtungsapparat, bestehend aus dem Hohl- und Planspiegel, bei den Stativen kennen gelernt. Frühzeitig kam man schon darauf, an Stelle des Hohlspiegels einen Planspiegel mit einer zwischen letzterem und der Tischöffnung des Statives angebrachten Sammellinse zu setzen. Später, als man starke Linsensysteme mit verhältniss-

mässig noch geringen Oeffnungswinkeln construirte, welche viel Licht absorbirten, construirte man in der Weise Beleuchtungsapparate, dass man in die Vorrichtung zur Aufnahme von Blenden (siehe S. 7 und S. 8, Figuren 3 und 5) eine Linse einsetzte, die die Strahlen auf das Object stärker concentrirte, als es der Spiegel allein zu thun vermochte; ja man begann allmälig eigene, nach Art schwacher Systeme zusammengesetzte achromatische Condensoren zu construiren. Als dann die Systeme an Oeffnungswinkel zunahmen und dadurch an Lichtstärke gewannen, erachteten die Mikroskopiker Deutschlands jede über den Hohlspiegel und die Cylinderblendung mit Schlitten hinausgehende Beleuchtungsvorrichtung für eine blosse Ueberladung des Instrumentes und nannten die Benutzung solcher Beleuchtungsapparate eine Künstelei, während Dujardin einen namentlich in Frankreich und England sehr verbreiteten, zweckmässigen achromatischen Beleuchtungsapparat construirte, der im Wesentlichen aus einem achromatischen Linsensystem von grosser Oeffnung mit einer behufs Abblendung zwischen Spiegel und unterster Linse angebrachten Drehscheibe bestand. Das Ganze liess sich in die englischen Substage-Vorrichtungen leicht einsetzen und höher und tiefer stellen, wodurch man in die Lage gesetzt war, dem Objecte concentrirtes Licht, und zwar nach Wahl convergirende oder divergirende Strahlenbüschel zuzuführen.

Da entdeckte Dr. Abbe die Eigenschaft von Linsen sehr kurzer Brennweite und grosser Oeffnung, die Contouren von Objecten, durch die man mit ihrer Hilfe convergirendes Licht in centraler Richtung von unten durchgehen liess, zu verwischen, dagegen deren Farben deutlich hervorzuheben.

Auch wies er nach, dass man solchen Linsen eine sehr grosse Apertur geben und dieselben zu den gewöhnlichen histologischen Zwecken nicht zu achromatisiren brauchte.

Man erzielte dann bei sehr hohen Aperturen eine vollständige Ausnützung der Randstrahlen, welche zwar der Schärfe des Bildes Eintrag that, jedoch gefärbte Zellkerne, namentlich aber gefärbte Bacterien scharf hervortreten liess. Schaltete man nun zwischen die halbkugelige Linse (ein sogenannter Glasknopf kann schon davon einen Begriff geben) und dem Spiegel eine Blende ein, so konnte man es durch Auswahl der Blende oder Höher- und Tieferstellen der Linse soweit bringen, dass nicht nur die Farben noch immer deutlich hervortraten, sondern auch die Contouren wieder deutlicher wurden, als bei Anwendung des sogenannten „offenen", das heisst unabgeblendeten „Condensors" (weil er das Licht condensirt) erreichbar war.

Auf Grund dieser Erfahrungen construirte Dr. Abbe seinen zuerst von Zeiss in Jena ausgeführten, berühmten Abbe'schen Beleuchtungsapparat, dessen Schema wir in Fig. Nr. 18 darstellen.

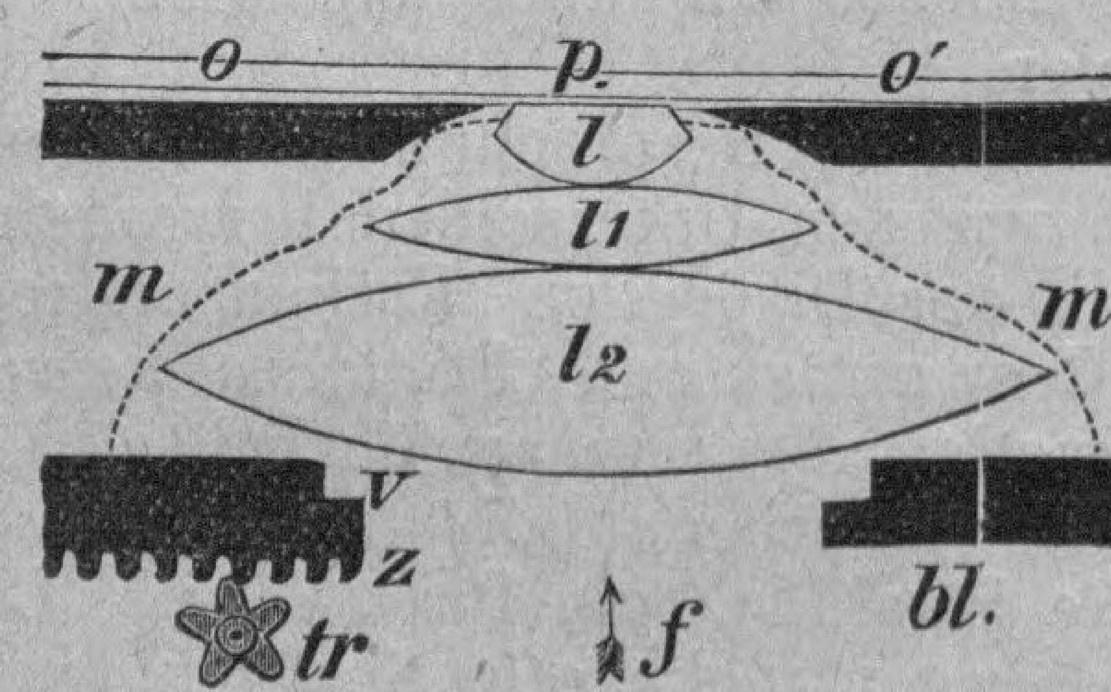


Fig. 18

In l sehen wir die oberste planconvexe, à jour in den Mantel m gefasste Linse, deren plane Fläche mit dem Objecttische in eine Ebene fällt. Darunter die sich fast berührenden biconvexen Linsen l_1 und l_2, die mit l ein System von hoher Apertur, z. B. 1·30, bilden. Ist ti der Tisch des Mikroskopes, so sehen wir in p das Präparat auf demselben liegen. Auf dieses werden die vom Spiegel in der Richtung des Pfeiles f geworfenen Strahlen unter hohem Oeffnungswinkel concentrirt.

Zur Moderirung des Lichtes sehen wir bei bl einen aus einer mit einer ausgedrehten, zur Aufnahme der kreisrunden Blendscheiben dienenden Vertiefung o versehenen Blendenträger, der mittelst Zahn und Trieb z und tr in Schienen beweglich ist, so dass er excentrisch gestellt und so zur schiefen Beleuchtung benützt oder auch behufs Wechsel der fünf Blendscheiben ganz herausgeschoben werden kann. Das Ganze war beim ursprünglichen Zeiss'schen Modell, sowie noch heute beim Wächter'schen, einfach mittelst einer Schiene sammt Planspiegel unterhalb des Tisches in die Spiegelcoulisse des grossen Zeiss'schen Statives einschiebbar.

Um jedoch ein rascheres Wechseln von Abbe'scher Beleuchtung und gewöhnlichem Spiegellicht zu gestatten, ist man von dieser Form abgekommen, und zwar zunächst bei den kleinen Stativen, denen schon Leitz und nach ihm Rechert, besonders aber Merker und Ebeling in Hernals einen zwar kleinen und einfachen, aber sehr handlichen Abbe'schen Beleuchtungsapparat beigab, der sich zunächst nach Art der auf S. 7 und 8, in Fig. 3 und Fig. 5 von uns beschriebenen Blendvorrichtung höher und tiefer stellen liess, während der

Blendenträger statt mit Zahn und Trieb mit Schlitten verschiebbar war. Seither hat man auch bei grösseren Stativen dieses System etwas modificirt angenommen.

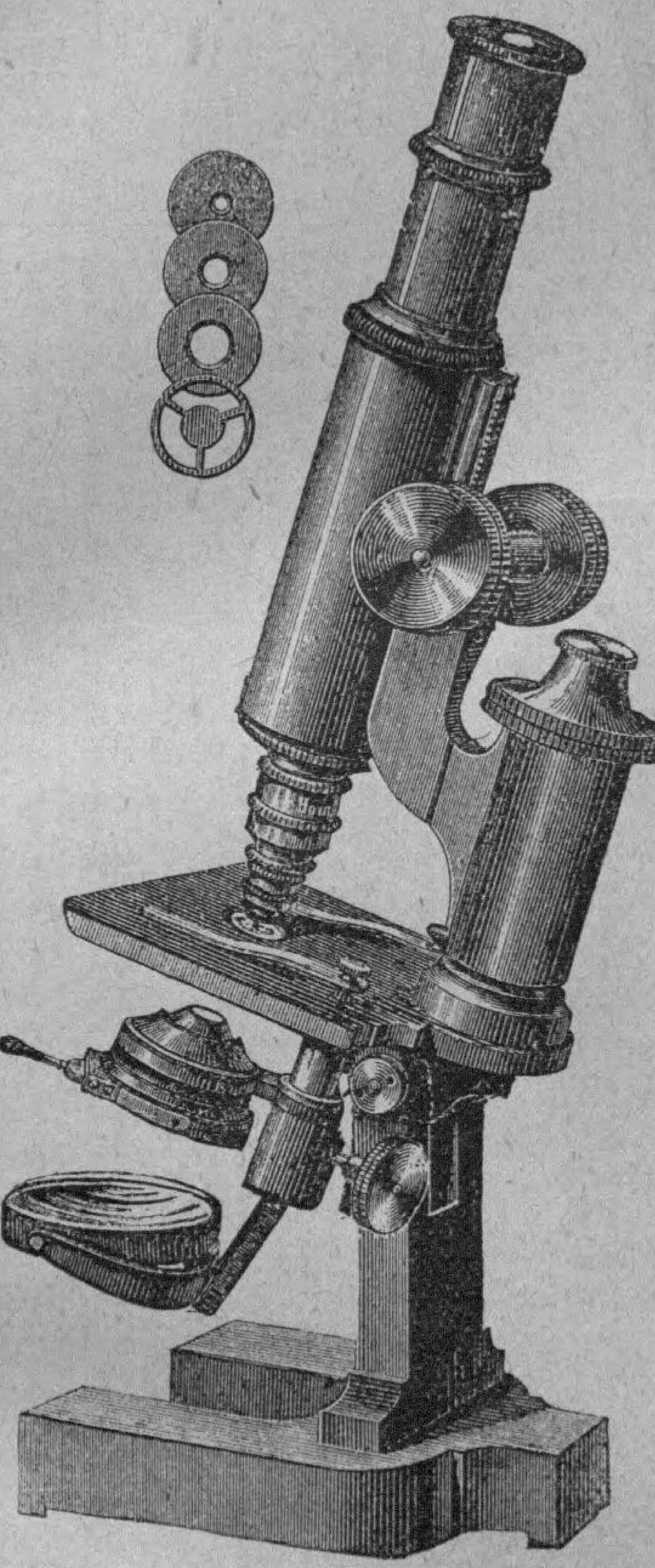


Fig. 19.

Die vorstehende Figur zeigt uns einen sehr handlich angebrachten Abbe'schen Beleuchtungsapparat an einem Stativ II c von Merker und Ebeling sammt den dazu gehörigen Blenden, unter denen sich eine von sternförmiger Form befindet, über deren Zweck wir alsbald sprechen werden. Der Blendenträger bei diesem Beleuchtungsapparate ist mit Handgriff zum Herausziehen, resp. Verschieben behufs Erzielung excentrischer Beleuchtung eingerichtet, während die Verschiebung in die Höhe durch Zahn und Trieb erfolgt.

Dabei hat der Abbe'sche Beleuchtungsapparat keinen eigenen Spiegel wie bei der ursprünglichen Zeiss'schen Construction, sondern man kann den zur gewöhnlichen Beleuchtung vorhandenen Plan- oder Hohlspiegel benützen. Schiebt man mit Zahn und Trieb oder durch Fingerdruck den Apparat in seine niedrigste Lage, so klappt er sich zur Seite (siehe die vorige Abbildung) und die gewöhnliche Beleuchtung mit Spiegellicht und Blende kann dadurch eingeführt werden, dass man den Schlitten mit Cylinderblende oder unter die Tischöffnung schiebt.

Diese kleineren Beleuchtungsapparate haben eine Apertur von 1·20 bis 1·30 und sind vollkommen im Stande, die grossen Apparate zu ersetzen.

Bezüglich dieser letzteren hat die Einführung der Irisblende, über die wir oben bei den Stativen schon gesprochen haben, einen grossen Fortschritt bedeutet und braucht man die Blenden nicht mehr unter Unterbrechung der Beobachtung zu wechseln, sondern kann die Wirkung der Erweiterung oder Verengerung der Blendöffnung während der Arbeit beobachten und danach den Durchmesser des verwendeten Lichtkegels reguliren.

Einen solchen grossen Beleuchtungsapparat zeigt die nachfolgende Fig. Nr. 20.

Wir sehen bei *i* den Blendenträger mit der Irisblende, der sich an der Säule *m* nicht nur herausklappen und dann mit einer sternförmigen Blende (von deren Wirkung wir bald sprechen werden) vertauschen lässt, sondern der mit der Schraube *m* sammt dem Condensor *c* sehr genau centrisch, das heisst in der optischen Achse des Instrumentes heben und senken lässt.

Auch lässt sich das Condensor-System ganz herausnehmen und mit der gewöhnlichen Irisblende *d* vertauschen, wodurch man äusserst rasch von directem Spiegellicht zum Abbe'schen Lichtkegel oder umgekehrt zur gewöhnlichen Beleuchtung übergehen kann.

Dabei lässt sich, wie übrigens dies auch bei dem in der vorletzten Figur abgebildeten kleineren Beleuchtungsapparate der Fall ist — die excentrisch gestellte Blende entweder mit dem Triebknopfe oder dem Griffe drehen, wodurch dem Objecte von allen Seiten unter beliebigem Winkel zur optischen Achse Licht zugeführt und damit dasselbe Resultat erreicht werden kann, wie mit dem oben bei Abhandlung der grossen Stative besprochenen Tisch mit Drehung um die optische Achse.

Reichert in Wien fertigt, da der gewöhnliche, nicht achromatische Abbe'sche Beleuchtungsapparat *t* sich für photographische Zwecke, namentlich bei Anwendung sehr hellen Lichtes (Sonnen- oder elektrischen u. dgl. Lichtes) und excentrischer Stellung der Blenden nicht eignet — da er dann die Contouren des abgeblendeten Halbschattenkegels in Farben zeigt — einen achromatischen Condensor mit den Vortheilen des Abbe'schen Apparates an und gibt

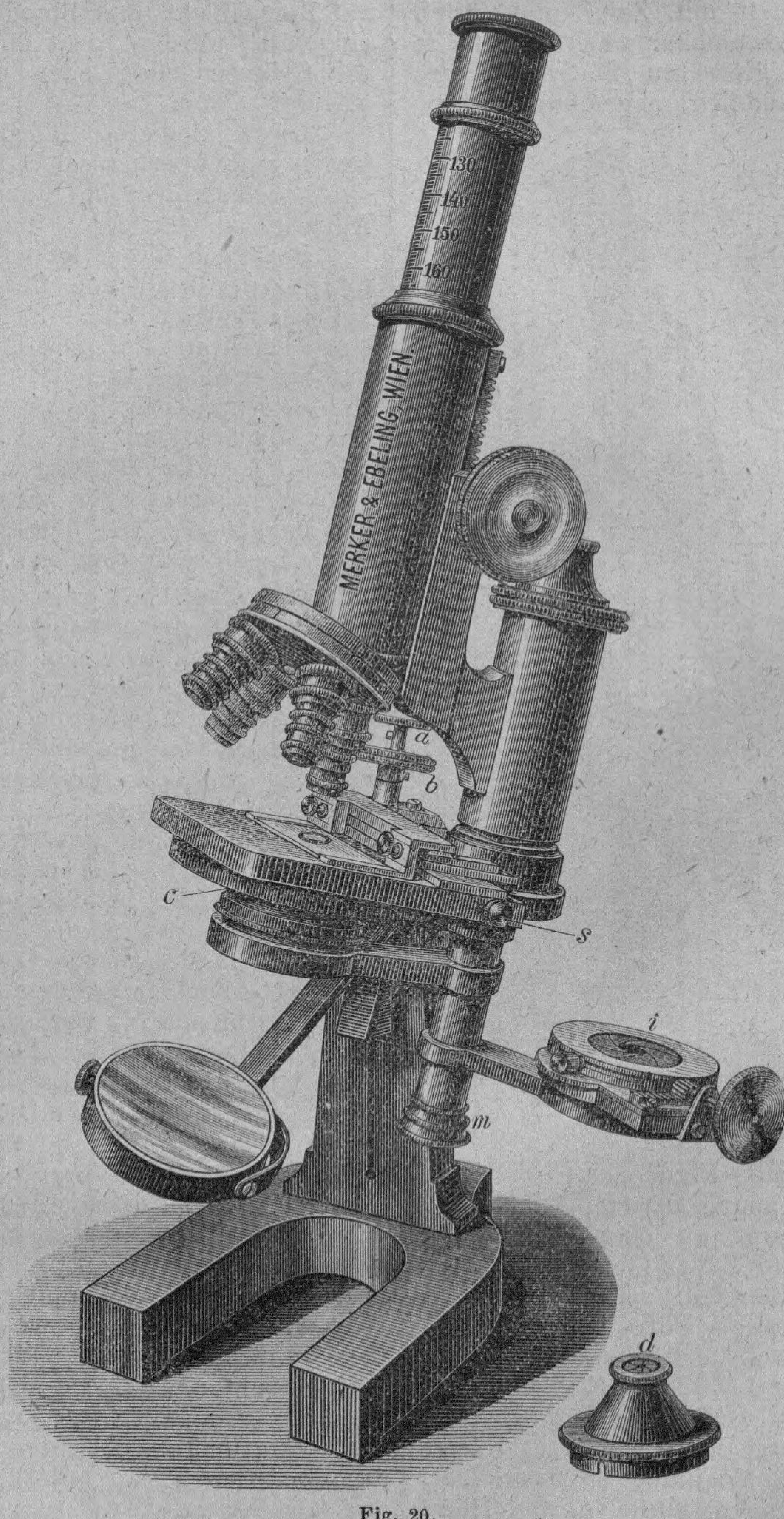


Fig. 20.

denselben zu dem grossen photographischen Apparate bei.

Für alle anderen Zwecke reicht der gewöhnliche Abbe'sche Beleuchtungsapparat aus, der sich in seiner einfachsten Form, wie Figur 21 zeigt, ohne Blenden — in jedes Stativ mit Cylinderblendung einschieben lässt, wenn man den Blendcylinder herausnimmt. Derselbe besteht blos aus zwei Linsen, lässt sich während der Beobachtung wie die Cylinderblendung höher und tiefer stellen, wodurch man einen grösseren oder kleineren Beleuchtungskegel, stets aber centrale Beleuchtung erhält. Diese Vorrichtung ist zur Erzielung der Farbenhervorhebung ganz ausreichend, wird auf Wunsch mit einschiebbarer Centralblende (Sternblende) versehen und ist so billig, dass man sie auch zu den kleineren Mikroskopen stets mitbestellen sollte — umsomehr, als alle renommirten

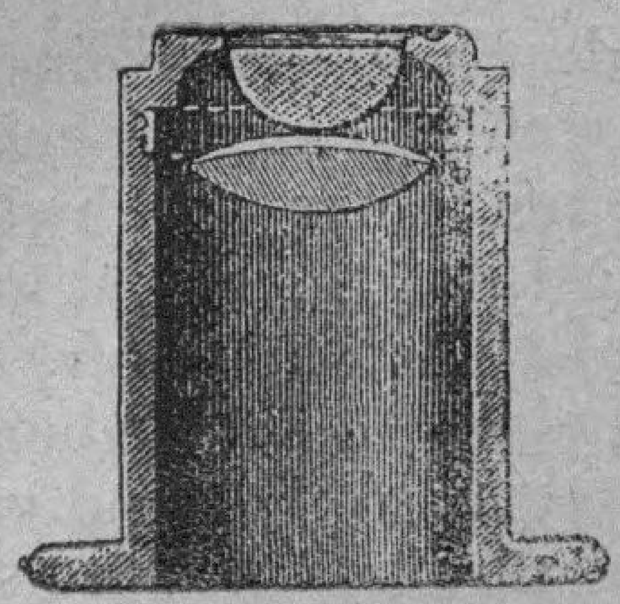


Fig. 21.

Firmen, so insbesondere Reichert in Wien, Merker & Ebeling in Hernals und fast alle ausländischen Firmen solche Apparate einfachster Construction in ihren Preiscouranten anführen.

Zeiss in Jena und Wächter in Berlin fertigen solche einfache Beleuchtungsapparate auch mit Irisblende an, wodurch sie bis auf ihr Unvermögen, excentrische Beleuchtung zu erzielen, alle Vortheile der mittleren Abbe'schen Apparate bieten.

Wegen des Näheren, bezüglich der Theorie des Abbe'schen Beleuchtungsapparates, muss ich auf die Beschreibung verweisen, welche der Erfinder Dr. Abbe in M. Schulze's „Archiv für mikroskopische Anatomie", IX. Band, Jahrg. 1873, gibt und will ich mich auf nachstehende Regeln über den Gebrauch dieses Apparates beschränken, welche ich in Wächter's Preiscourant gefunden habe und wegen ihrer Prägnanz hier anzuführen keinen Anstand nehme, da sie meinen eigenen Erfahrungen ganz entsprechen:

1. Die nach oben gekehrte plane Fläche des Linsensystems soll nur um ein Weniges unter der Tischebene zurückstehen, so dass sie die untere Fläche des Objectträgers beinahe berührt.

2. Für die Beobachtung mit durchfallendem Licht kommen die Blendungsscheiben mit centralen Oeffnungen in Anwendung, und zwar eine engere oder eine weitere Blendung, je nach der Brennweite des angewandten Objectivs, der Beschaffenheit des Präparates und der Intensität der verfügbaren Lichtquelle. — Im Allgemeinen ist stets die engste Blendung zu empfehlen, welche noch genügende Helligkeit gewährt. — Ganz ohne Diaphragma verwandt gibt der Condensor stets eine höchst ungünstige Beleuchtung.

Um eine Blendung einzulegen oder zu wechseln, wird der Diaphragmenträger um den seitlich stehenden Zapfen nach der rechten Seite hin unter dem Tisch des Mikroskops hervorgedreht und nachher wieder vollständig zurückgeschlagen. — Der Trieb am Diaphragmenträger dient dazu, die Blendungsöffnung mehr oder weniger weit aus der centralen Stellung herauszubewegen und sie zugleich, nachdem sie excentrisch gestellt ist, um die Achse des Mikroskopes herumzuführen. Durch ersteres erzielt man alle Abstufungen der schiefen Beleuchtung; durch die Drehung, bei welcher der Trieb nur als Hebel benutzt wird, verändert man die Richtung des Lichteinfalls in der schiefen Beleuchtung.

Die centrale Stellung des Diaphragmas, welche die gerade Beleuchtung liefert, wird durch das Einspringen eines federnden Zahnes während der Drehung des Triebes um seine Achse markirt.

3. Zur Beobachtung mit Dunkelfeld-Beleuchtung dient die sternförmige Centralblende, welche an Stelle der Lochblenden in den Diaphragmenträger eingelegt und stets in centraler Stellung gehalten wird und von der wir oben gesprochen haben. Dabei ist jedoch bei allen Objectiven, mit Ausnahme der schwächsten, eine Reduction der Objectiv-Oeffnung nothwendig oder wenigstens vortheilhaft. Hiezu dienen Blendungen, welche über der obersten Linse des Systems eingelegt werden.

Die zu jedem Objectiv gehörige Blendung ist mit der Nummer desselben bezeichnet. — Sie muss jedesmal wieder entfernt werden, wenn das Objectiv zur Beobachtung mit durchfallendem Licht benutzt werden soll.

Objective mit Correctionsfassungen eignen sich nicht zur Verwendung mit Dunkelfeld-Beleuchtung, weil sich bei ihnen die Abblendung der Randzone durch ein Diaphragma nicht wohl bewerkstelligen lässt.

Da bei dieser Beleuchtungsweise die wirksamen Strahlen gleichfalls das Präparat durchdringen müssen, so ist sie nicht auf Objecte anwendbar, welche eine undurchsichtige Schicht bilden.

4. Beim Gebrauch des Beleuchtungsapparates ist der Regel nach der Planspiegel zu verwenden. Nur beim Beobachten mit ganz schwachen Objectiven, wo der Planspiegel öfters nicht das ganze Sehfeld gleichmässig zu beleuchten erlaubt, verwendet man den Hohlspiegel.

In jedem Falle braucht der Spiegel, nachdem er einmal auf volle Beleuchtung eingestellt ist, beim Wechseln der Diaphragmen nicht verändert zu werden.

5. Soll mit Lampenlicht beobachtet werden, so ist die Anwendung einer möglichst grossen Sammellinse oder einer mit Wasser gefüllten grossen Glaskugel zu empfehlen, um eine gleichförmige Beleuchtung des Sehfeldes zu erzielen, ohne die Lichtflamme allzu nahe an das Mikroskop heranrücken zu müssen. — Man bringt dabei die Linse oder die Glaskugel in solche Stellung zwischen Lampe und Mikroskop, dass ein

Bild der Flamme auf dem Planspiegel entworfen wird.

6. Wenn es sich beim Gebrauch von Immersionslinsen um eine möglichst schiefe Beleuchtung oder wenn es sich um Dunkelfeldbeleuchtung unter starker Vergrösserung handelt, ist es vortheilhaft, einen Tropfen Wasser, respective Oel auf die Planfläche der obersten Condensorlinse zu bringen, um den Zwischenraum zwischen ihr und der untern Fläche des Objectträgers durch ein stärker brechendes Medium als Luft auszufüllen.

B. Die Apparate zur Beleuchtung mit auffallendem Lichte.

Wir haben schon bei Besprechung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates der sogenannten sternförmigen Blende gedacht; diese liefert positive Bilder im dunklen Gesichtsfelde, d. h. das Object erscheint von oben beleuchtet, also nicht so wie ein Transparent-Bild, sondern wie die Gegenstände, die wir gewönlich sehen. Weil nämlich die Sternblende sämmtliche Centralstrahlen abschliesst, so scheint das Object auf dunklem Grunde zu liegen, während die Randstrahlen neben dem Objecte hindurchgehen und von der spiegelnden Fläche der Frontlinse auf das Object geworfen werden, wodurch dasselbe von oben beleuchtet erscheint. Ist das Object so gross, dass es den von den Randstrahlen durchdrungenen Raum der obersten Linse des Beleuchtungsapparates bedeckt und ist es dabei nicht durchsichtig, so werden die Randstrahlen nicht durchdringen, nicht von der Oberfläche oder richtiger gesagt: Unterfläche der Frontlinse reflectirt werden können und das Object wird dunkel bleiben; die sternförmige Blende eignet sich also nur für sehr kleine oder für durchsichtige Objecte, ebenso wie der früher viel verwendete Liebenkühn'sche Spiegel auch nur für solche Objecte Verwendung finden konnte. Dieser bestand aus einem metallenen Hohlspiegel, der an das System angeschraubt wurde und dieselbe Brennweite hatte wie das Linsensystem, für welches er bestimmt war. Die neben dem Object oder durch die Randpartien des Objectes vom gewöhnlichen Beleuchtungsspiegel geworfenen Strahlen wurden vom Lieberkühn'schen Spiegelchen aufgefangen und auf das Object von oben her concentrirt, wodurch dasselbe ebenfalls von oben her beleuchtet erschien.

Ausserdem war früher und ist jetzt noch in England das sogenannte Wenham'sche Parabolloid in Gebrauch, eine innen spiegelnd polirte Metallröhre mit einem gläsernen, oben flachen Parabolloid (ein Körper, der durch Rotation einer Parabel um ihre Axe entsteht) dessen Scheitel etwas abgeflacht und mit einer geschwärzten Metallscheibe bedeckt ist. Auch hier gehen die vom gewöhnlichen Beleuchtungsspiegel geworfenen Lichtstrahlen durch oder neben dem zu besichtigenden Object durch und werden durch die polirte Metallröhre an die Peripherie des gläsernen Parabolloides geworfen, welches dieselben parallel auf die bei den englischen Instrumenten meist sehr grosse Frontlinse wirft. Von da werden sie auf das Object reflectirt.

Will man grössere und undurchscheinde Objecte bei Beleuchtung von oben unter dem Mikroskope betrachten, so legt man dieselben, je nachdem sie an sich hell oder dunkel sind, auf schwarzes oder weisses Papier und betrachtet sie so bei günstigem Lichte. Bei schwächeren Vergrösserungen genügt das diffuse Tageslicht, bei stärkeren nimmt man Sonnen- oder directes Lampenlicht zu Hilfe und kann sich dabei zweckmässig einer Beleuchtungslinse bedienen, die entweder am Stative beweglich in Charnieren angebracht oder noch besser auf einem separaten Gestelle zum Höher- und Tieferstellen eingerichtet ist. Eine solche Beleuchtungslinse für opake, d. h. undurchsichtige Objecte zeigt Fig. 22.

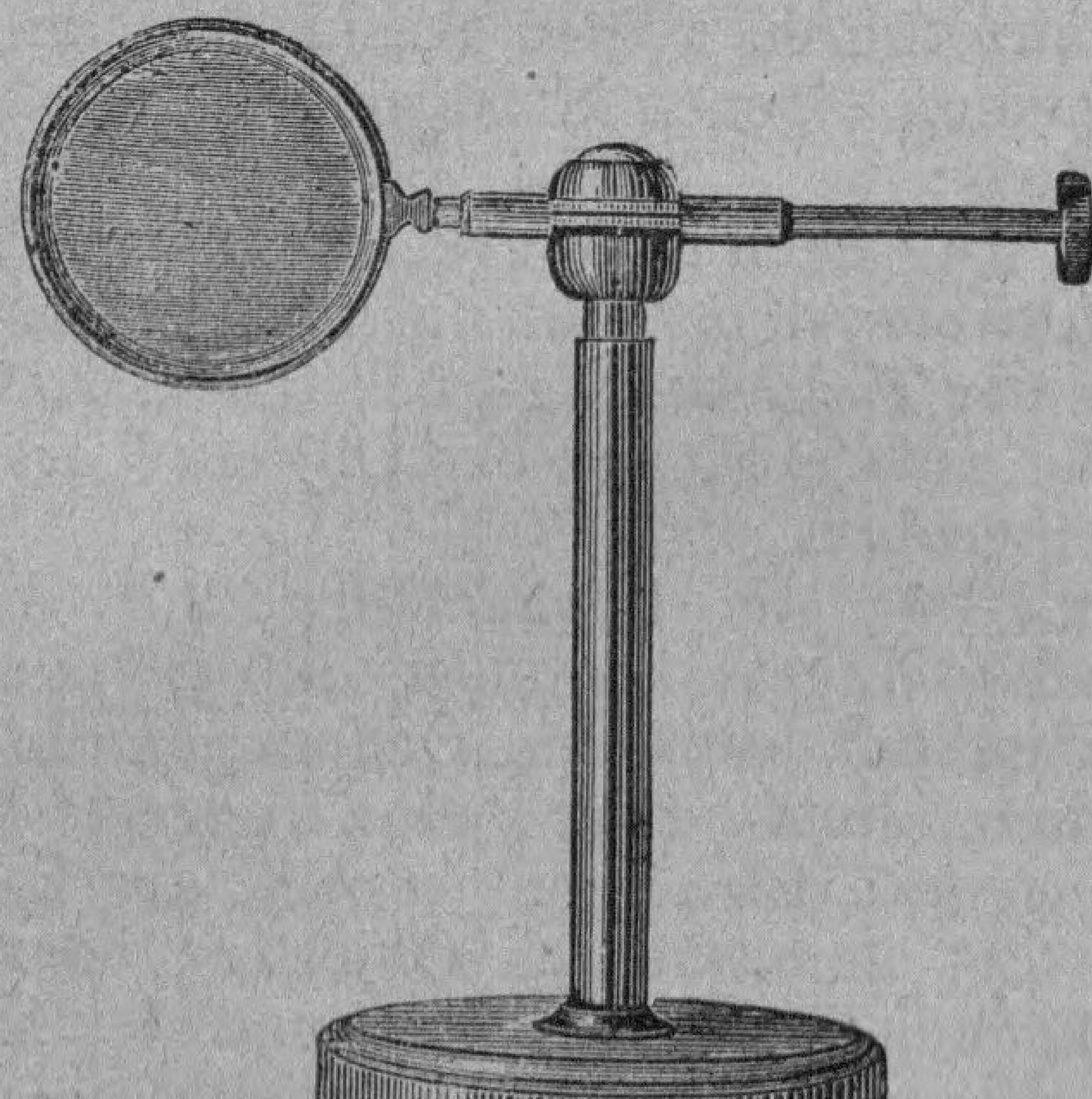


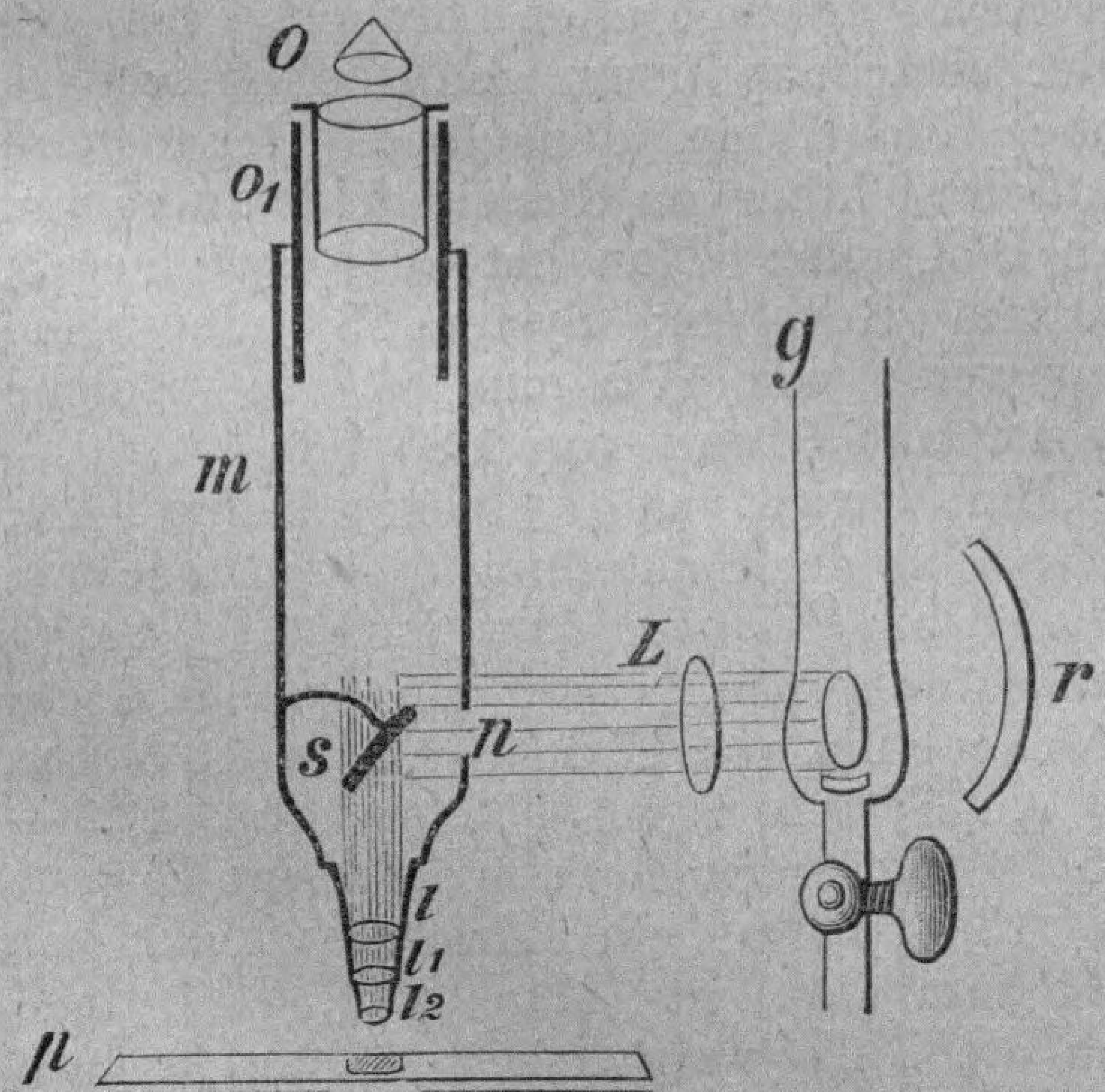
Fig. 22.

Eine solche Linse stellt man so zwischen Fenster oder Lampe und Mikroskop auf, dass der concentrirte Schein (verkleinertes Bild der leuchtenden Oeffnung oder der Flamme) auf das zu betrachtende Object von oben her, seitlich oder von vorne concentrirt wird. Doch hüte man sich bei Sonnenlicht das Object in den Brennpunkt der Linse zu bringen; die daselbst concentrirten Wärmestrahlen würden das Präparat alsbald zerstören.

Statt solcher Beleuchtungslinsen hat man früher auch eigenthümliche Prismen,

ja selbst Hohlspiegel verwendet; von letzteren macht Zeiss in der Weise wieder Gebrauch, dass bei manchem seiner grösseren Stative der Beleuchtungsspiegel an einem nach Art der Taschenzollstöcke zusammenlegbaren Arm angebracht ist und so über den Objecttisch hinaufgebracht und zur Beleuchtung opaker Objecte von oben verwendet werden kann.

Alle diese Apparate gestatten aber blos eine mässige Vergrösserung, da sie sonst (aus bekannten Gründen) zu wenig Licht liefern. Am meisten Licht bietet noch die Sternblende am Abbe'schen Condensor und das Wenham'sche Parabolloid, welche je nach der Lichtstärke der Lichtquelle und des angewendeten Systems und Oculares eine 500- bis 600malige Maximalvergrösserung von oben beleuchteter Objecte zulassen. Man hat daher versucht, Apparate zu construiren, die noch stärkere Beleuchtungseffecte von oben zulassen und dabei in ihrer Anwendung nicht wie die letztgenannten Apparate an sehr kleine oder durchsichtige Präparate gebunden sind. Einen solchen Apparat will ich im Principe erörtern und schematisch darstellen, doch kenne ich ihn nicht aus eigener Erfahrung und habe ihn auch bisher in keinem modernen Preiscourante aufzufinden vermocht.



(Fig. 23.)

Fig. 23 stellt die Vorrichtung schematisch dar. Man sieht bei *m* den Tubus des Mikroskopes, bei o_1 dessen Ocular, bei l, l_1 und l_2 das Linsensystem mit den Linsen l, l_1 und l_2, bei *p* das Präparat, welches auf dem für diesen Zweck bei hellen Objecten mit dunklem, bei dunklen Objecten mit weissem Papier bedeckten Objecttische *t* liegt. Bei *n* ist der Tubus seitlich mit einer circa ½ cm im Durchmesser haltenden, durch einen hier nicht abgebildeten tabernakelartigen Schieber verschliessbaren Oeffnung versehen. Gegenüber dieser Oeffnung ist an einem dünnen, geschwärzten Drahte das Spiegelchen *s* angebracht, welches hier um Vieles grösser abgebildet wurde; es soll nicht grösser sein, als circa 4 mm im Durchmesser. Dieses plane Spiegelchen, welches den Gang der Strahlen nur wenig beeinträchtigt, empfängt durch die seitliche Oeffnung *n* das mittelst des Reflectors *r* und der Linse *L* sehr concentrirte Licht einer Gaslampe *g* (bei Tag eines gegen die Sonne gerichteten Planspiegels, sogenannten Heliostaten) oder einer anderen starken Lichtquelle empfängt und durch die Linsen des Objectives l, l_1 und l_2 auf das Object reflectirt. Das Auge *o* nimmt nun, von dem kleinen Spiegelchen unbehindert das vergrösserte, von oben beleuchtete Bild des Objentes deutlich wahr. Wie gesagt, ich habe einen derartigen Apparat noch nicht zu Gesicht bekommen, kann also über dessen Fähigkeit, bei starken Vergrösserungen schöne positive, d. h. Bilder von Gegenständen, die von oben her beleuchtet sind — nicht urtheilen. Das Princip selbst ist durchaus unanfechtbar.

Man kommt übrigens nur selten in die Lage, eines solchen Apparates zu bedürfen, da man meist mit durchfallendem Lichte arbeitet.

Wir haben nun in kurzen Zügen die Beleuchtungs-Apparate, scilicet die optischen, am Mikroskope selbst angebrachten oder ihm zugehörigen geschildert. Von den Beleuchtungs-Apparaten im gewöhnlichen Sinne, das heisst von den Beleuchtungsbehelfen als da sind: Heliostaten, Lampen u. dgl. werden wir, um Wiederholungen zu vermeiden, erst bei Besprechung der Einrichtung des Mikroskopir-Zimmers handeln. Nur das eine wollen wir gleich hier sagen, dass für die meisten Zwecke bei Tag das Licht eines auf ein besonntes Haus oder den wolkenbedeckten Himmel gehenden Fensters, bei Nacht oder an sehr trüben Tagen der Schein einer guten Petroleum- oder Gaslampe mit gleichmässig matter, enganschliessender Lampenkugel vollständig genügen.

Und nun wollen wir einige mehr zur Bequemlichkeit dienende, als nothwendige Neben- und Hilfsapparate des Mikroskopikers betrachten.

Bequemlichkeitseinrichtungen am Mikroskope.

Wenn die Leser die Figur 20 auf Seite 28 genau betrachten, so werden denselben einige ihnen noch unbekannte oder doch nicht in dieser Abhandlung erörterte Einrichtungen auffallen.

Wir müssen deshalb diese Einrichtungen einer Erörterung unterziehen.

Am Tubus sehen wir statt eines Objectivsystemes deren vier auf einmal angebracht. Dies wird durch die sogenannte Revolvereinrichtung ermöglicht, indem diese gestattet 2, 3, 4, ja selbst 5 Objectivsysteme an dem Tubus gleichzeitig anzubringen. Der Zweck wird aus nachfolgender Erörterung einleuchten:

Bedarf man nämlich verschiedener Vergrösserungen, was bei jeder halbwegs genaueren Arbeit nöthig wird, und zwar der schwächeren mit grossem Gesichtsfeld und schärfster Definitionskraft zur Uebersicht, der stärkeren zur eingehenden Untersuchung und Auflösung der Details eines Objectes, so macht sich das lästige An- und Abschrauben der Objective beim Wechseln der Vergrösserungen als eine Störung der Beobachtung unangenehm bemerkbar, auch verliert man, wenn die grobe oder feine Einstellung nicht überaus genau centrirt ist, bei der meist nöthig werdenden grösseren Einstellungsänderung leicht jenen Theil des Objectes aus dem Gesichtsfeld, behufs dessen genauerer Untersuchung man den Systemwechsel vorgenommen hatte. Ueberdies leidet die sogenannte Continuität der Beobachtung, welche bei schwierigeren Arbeiten stets vorhanden sein muss, sollen anders die im Mikroskop erblickten Fragmente des Objectes sich im Geiste des Beobachters zu einem einheitlichen, den Zusammenhang der Structur klar darstellenden Bilde zusammensetzen. Endlich, last not least, ist das An- und Abschrauben der Objective u n b e q u e m und jede Unbequemlichkeit stört — namentlich bei dem Anfänger — die Freude an der Benützung des Instrumentes und damit die Lust an der mikroskopischen Untersuchung überhaupt.



Fig. 24.

Einen derartigen „Revolver“ für drei Objective sehen wir in Fig. 24 besonders abgebildet.

Er besteht in der Wesenheit aus zwei halbkugelförmigen Metallscheiben, deren untere an ihrer Peripherie mit soviel symmetrisch im Kreise vertheilten Oeffnungen versehen ist, als Objective gewechselt werden sollen. Jede Oeffnung ist mit dem H a r t n a c k'schen Normalgewinde versehen, kann aber selbstverständlich auch mit der society screw angefertigt werden. Die obere Scheibe, welche mit der unteren durch eine verschraubte Achse drehbar verbunden ist — hat ebenfalls eine Oeffnung an der Peripherie, welche mit einem Mutterschraubengewinde versehen ist, das an den Objectivzapfen des Tubus angeschraubt wird. Eine Feder, die, wenn das Centrum einer der unteren Oeffnungen gerade in die optische Achse des Mikroskopes fällt, in eine Vertiefung einschnappt, sichert die gegenseitige centrische Stellung der oberen Oeffnung und der Oeffnungen in der unteren Scheibe.

Damit aber ein solcher Revolver sich praktisch bewähre, ist es nothwendig, dass die verschiedenen Brennweiten der verwendeten Systeme durch Zwischenstücke derart abgeglichen sind, dass, wenn man das schwächste System einstellt und einen Gegenstand im Gesichtsfelde hat, man nur den Revolver zu drehen braucht, bis die Feder einschnappt, um sofort ohne weitere grobe Einstellung denselben Gegenstand deutlich sichtbar im Gesichtsfelde zu haben. Zum Beispiele: Man hat die Systeme 3, 6, 9 am Revolver; System 3 habe eine Brennweite von 17·5 mm, 6 eine solche von 4·2 und 9 eine von 1·85 mm.

Man wird also diese Differenzen, die sich in der Einstellung geltend machen, dadurch ausgleichen, dass man das System 3 anschraubt wie es ist, am System 6 ein Zwischenstück von 17·5 — 4·2 = 13·3 mm und am System 9 ein solches von 4·2 — 1·85 = 2·35 vermehrt um die vorige Distanz von 13·3, also ein Zwischenstück von 15·65 mm anbringt. Man sieht, dass dann auch die Differenz zwischen 3 und 9 ausgeglichen ist, da 17·5 — 1·85 ebenfalls 15·65 mm Differenz ergibt.

Stellt man also (selbstredend bei ein und derselben Tubuslänge) das System 3 auf ein Object, beispielsweise ein Präparat einer Grashalm-Epidermis ein, so wird man die Zellen in ihrem Zusammenhange deutlich übersehen und die Kieselkrystalle blos als Schatten angedeutet erblicken. Dreht man nun den Revolver, so wird man die Kieselnadeln mit System 6 bereits in Bündeln angeordnet wahrnehmen, bei Einstellung eines solchen Bündels in die Mitte des Gesichtsfeldes und weiterer Drehung

des Revolvers System 9 wird die einzelnen Nadeln (Raphiden), aus denen die Krystallbündel bestehen einzeln und deutlich zeigen.

Es empfiehlt sich aus mechanischen Gründen, den Revolver an einem Stative mit Zahn und Trieb zu verwenden, weil der Raum zwischen Tubus-Ende und Object bei solchen in der Regel grösser ist und weil bei Stativen mit Tubusschiebung das An- und Abnehmen des Revolvers unbequem ist. Doch lässt sich zur Noth auch an einem Stativ mit Tubusschiebung ein Revolver anbringen, wenn man den Tubus in der Hülse mit einem Klemmring oder einer Schraube fixirt, damit sich nicht der Tubus in der Hülse dreht, wenn man am Revolver die Drehung vollziehen will. Solche Revolver fertigen die Wiener Firmen Merker & Ebeling, Carl Reichert und die meisten deutschen Firmen an und rathen wir, wenn ein Instrument mit Systemen bestellt wird, auch gleich den Revolver mitzubestellen, damit der Revolver dem Stativ und die Systeme dem Revolver genau angepasst werden, denn auch hier geht Probiren über Studiren und in der Praxis stimmt die vorhin angegebene Brennweiten-Differenz - Theorie selten ganz, da es nicht immer gelingt, Systeme von mathematisch gleichmässiger Brennweite herzustellen.

Namentlich macht aber die genaue Centrirung der Revolver, welche bewirken soll, dass jedes vor den Tubus gebrachte System mit seiner optischen Axe genau in die Verlängerung der Tubusaxe fällt — in der Praxis manche Schwierigkeiten. Der berühmte Fachmann Zeiss hat deshalb an Stelle der Revolver eine, namentlich bei den Zeiss'schen Apochromaten fast durchwegs übliche Systemwechselmethode ersonnen. Er befestigt jedes System beweglich und durch zwei Schrauben centrirbar an einem metallenen Schlitten und versieht es mit dem entsprechend abgeglichenen Zwischenstück. Dieser Schlitten passt in eine am Tubus angebrachte — etwas gegen den Horizont geneigte Nuthvorrichtung. Man braucht also beim Wechseln der Systeme blos den Schlitten in die Nuth hinabgleiten zu lassen und es stellt sich das System von selbst centrisch in den Focus ein.

Diese Vorrichtung kann selbstredend auch in Wien angefertigt werden.

Eine andere Bequemlichkeitsvorrichtung ist der bewegliche Objecttisch, d. h. ein Objecttisch, der gestattet — das Object statt mit der blossen Hand — mit einer mechanischen Vorrichtung, d. h. Schrauben oder Zahn und Trieb, unter dem Objective durch das Gesichtsfeld zu bewegen. Solche Objecttische waren namentlich in England schon seit Jahrzehnten üblich. In Deutschland war man jedoch nicht besonders geneigt dies kostspielige Hilfsmittel anzuwenden. Plössl in Wien und Merz in München haben Mitte dieses Jahrhunderts begonnen ihre grossen Stative mit in zwei aufeinander senkrechten Richtungen beweglichen Objecttischen zu versehen, seither hat man zu diesem Behufe mancherlei Vorrichtungen erdacht, angewendet und als überflüssig wieder verworfen, bis es neuerdings zuerst Zeiss in Jena gelang, einen Objecttisch zu construiren, bei dem das Präparatglas (Objectträger) unmittelbar auf der Tischplatte in zwei rechtwinklig zu einander stehenden Richtungen verschiebbar und um die optische Axe des Instrumentes drehbar ist. Solche Vorrichtungen, die namentlich beim Aufsuchen von tadellosen Stellen in Präparaten, behufs deren Photographie, sehr bequem sind — verfertigen in Wien Herr Carl Reichert und neuerdings auch Merker & Ebeling in grosser Vollkommenheit und richten ihre neueren grossen Stative eigens für eine solche Tischbewegung ein, welche für photographische Zwecke sehr empfehlenswerth ist. Für die meisten nichtphotographischen Zwecke reicht aber die gewöhnliche Objecttischdrehung sammt Obertheil vollkommen aus und es bedarf zur grösseren Bequemlichkeit blos einer rechtwinkligen Verschiebung. Einen solchen Tisch zeigt Fig. 20 (siehe oben) an einem grossen Stative mit Drehung um die optische Axe angebracht, welchen wir in Fig. 25 separat abbilden.

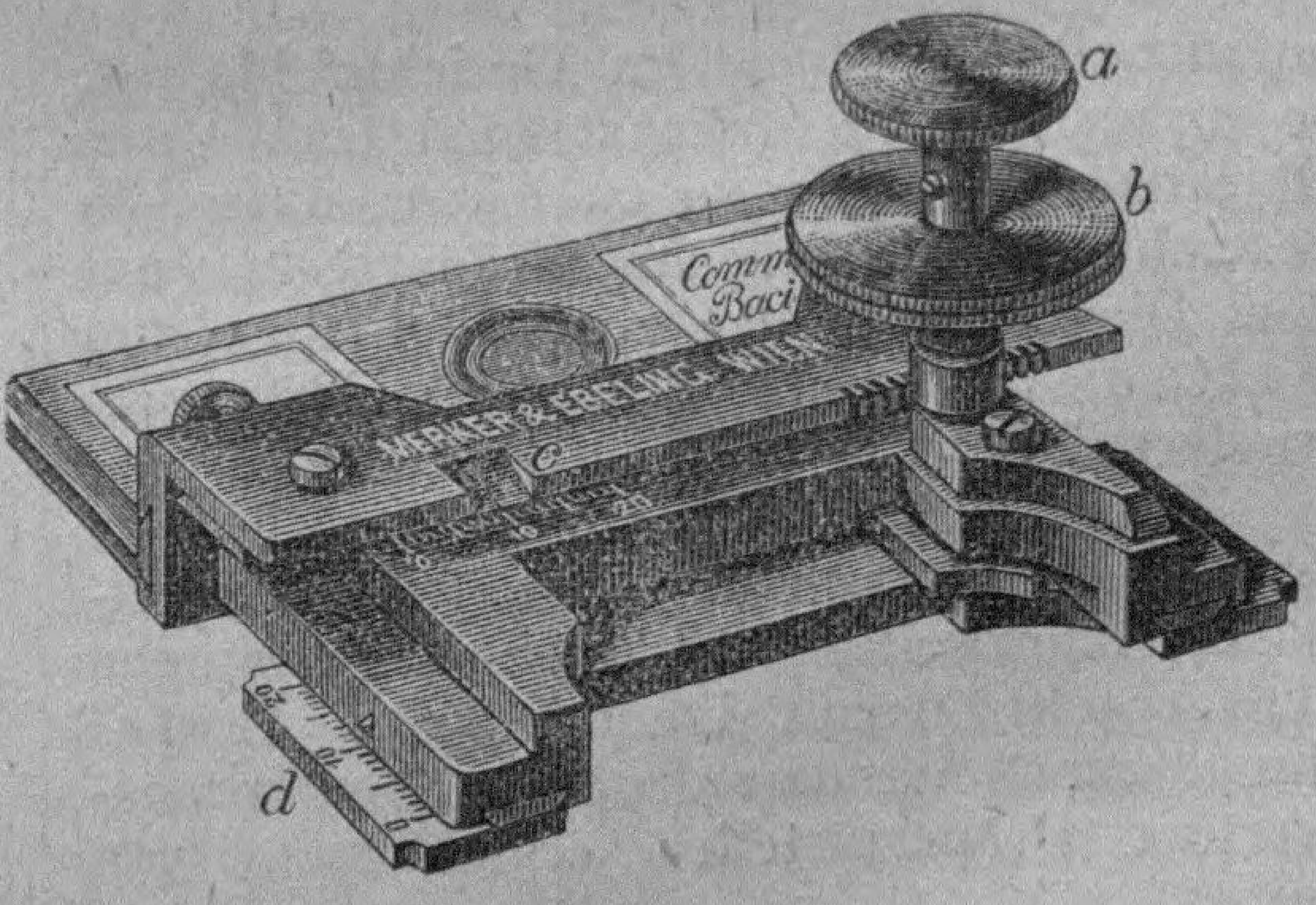


Fig. 25.

Die Theilung dient dazu, ein Object in einem Präparate, z. B. eine Krystallgruppe in Pflanzenquerschnitten, eine Bacteriengruppe u. dgl., rasch wiederzufinden. Dreht man an den Knöpfen *a* und *b* so lange, bis man das gewünschte Object in der Mitte des Gesichtsfeldes hat und merkt sich an den Scalen *c* und *d* die Zahl, auf

die der Index hinweist, so wird man, wenn man das Präparat nicht aus den Klammern der Bewegungsvorrichtung herausnimmt, auch nach Durchmusterung des ganzen Präparates leicht jene Stelle, die man vorhin bemerkenswerth gefunden, sofort wieder in's Gesichtsfeld bekommen, wenn man die Knöpfe *a* und *b* so lange dreht, bis wiederum die vorher angemerkten Zahlen vom Index angezeigt werden.

Die ganze Vorrichtung zum Wiederfinden beruht auf dem Principe, dass durch zwei Coordinaten jeder Punkt in der Ebene genau orientirt erscheint.

Auf demselben Principe beruhen andere, billigere Vorrichtungen zur Erleichterung des Wiederfindens einmal besichtigter interessanter Stellen in ausgedehnteren Präparaten. Man nennt sie Indicatoren. Der einfachste besteht aus einem Kreuze, welches diagonal auf dem Objecttische gezogen und mit Zeichen, zum Beispiele II und 0 bezeichnet ist. Legt man das Präparatglas darauf und notirt entweder mit einem Schreibdiamanten oder einer Glasätztinte die Stellen am Rande des Objectträgers, an welchen die Diagonale II und 0 erscheint, wenn das wieder-

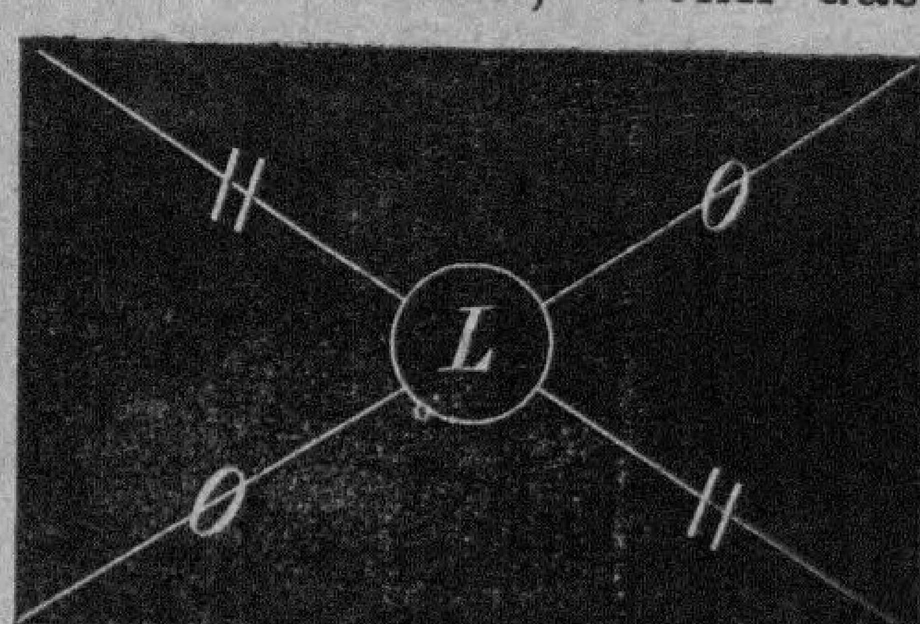


Fig. 26.

aufzusuchende Object im Gesichtsfelde ist, so braucht man nächstesmal nur den Objectträger wieder so zu legen, dass die bezeichneten Marken am Präparatglas mit dem Diagonalenkreuze zusammenfallen, um leicht die gesuchte Stelle im Präparate wiederzufinden.

Eine andere Art Indicator besteht aus zwei senkrecht aufeinander auf dem Objecttische eingravirten Millimeter - Theilungen von 80 und 60 mm Länge. Deren Anwendung zum Wiederaufsuchen bemerkenswerther Präparatstellen ergibt sich von selbst.

Eine andere derartige, bei Reichert in Wien erhältliche Vorrichtung bewirkt das leichte Wiederauffinden eines Objectes dadurch, dass, wenn das Object im Gesichtsfelde erscheint, das Objectiv mit einer eigenthümlichen Vorrichtung vertauscht wird, durch deren Drehung die wiederzufindende Stelle durch einen mit einer Diamantspitze am Deckglas sich verzeichnenden Kreis, in deren Mitte diese Stelle liegt, angedeutet wird und dann weit leichter aufgefunden werden kann.

Um anderen Personen im Gesichtsfelde eine bestimmte bemerkenswerthe Präparatstelle zu zeigen, dazu dient ein in das Ocular einlegbarer und feststellbarer Ring mit Nadelspitze. Man sieht das Object und darüber die Spitze, verschiebt das Object so lange, bis die bemerkenswerthe Stelle scheinbar an die Nadelspitze ansteht, so dass diese, wie ein Zeiger, auf die merkwürdige Stelle hinweist. Nun ruft man die andere Person herbei und lässt sie mit dem Bemerken in's Mikroskop blicken, dass die Spitze der Nadel auf die gemeinte Stelle hinweist. Fig. 27 zeigt einen solchen Ring *r* mit der Spitze *s*.

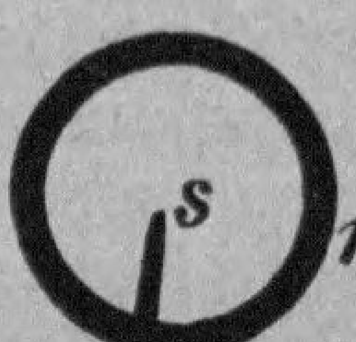


Fig. 27.

Dass man sich so einen Ring mit Nadelspitze aus Kork, Pappe u. dgl. mit Hilfe einer Nähnadel leicht selbst herstellen kann, leuchtet ein. Gut ist es, wenn man die ganze Ringvorrichtung an einer Terpentinölflamme berusst, nachdem man selbe vorher mit Asphaltlack bestrichen hat, damit sie eine mattschwarze Färbung erhält.

Wir haben hiemit die Besprechung der Bequemlichkeitsvorrichtungen am Mikroskope beendet und erwähnen hier nur nochmals, dass wir, um Wiederholungen zu vermeiden, die Messinstrumente im Abschnitte „Messen", die Spectroskope und Polarisationsapparate in dem Abschnitte „Optisch-chemische Analysen unter dem Mikroskope" behandeln werden und dass wir nunmehr im nächsten Abschnitte von Prüfung und Kauf eines Mikroskopes sprechen werden, welcher Abschnitt mit Rücksicht auf die vielfache Concurrenz für Anfänger sehr wichtig ist.

Wir bemerken gleich, dass wir in diesem Abschnitte in vollkommen unparteiischer Weise die Erzeugnisse der renommirtesten Firmen des In- und Auslandes, soweit solche uns bekannt sind, besprechen, dabei aber insonderheit die österreichischen Mikroskoperzeuger, welche Vortreffliches zu billigen Preisen liefern, berücksichtigen werden.

Auswahl, Prüfung und Kauf eines Mikroskopes.

Es ist, selbst wenn man viel Geld aufwenden will, nicht leicht, ohne genaue Kenntnisse der Instrumentenkunde, ein gerade denjenigcn Anforderungen, die man an ein Instrument stellt, durchaus entsprechendes wissenschaftliches oder technisches Werkzeug zu kaufen, sei dieses nun eine Luftpumpe, ein Teleskop, ein geodätisches Instrument oder ein Percolator; es gibt aber wohl kaum ein Instrument, welches vor dem Ankaufe eine so genaue Prüfung erfordert als das Mikroskop, und obgleich die Solidität vieler Firmen ein gewisses Vertrauen vollauf rechtfertigt, sind bei dem durch die relativ grosse Concurrenz nicht mehr seltenen Maschinenbetriebe bei der Mikroskop-Erzeugung, welcher zwar eine grosse Gleichmässigkeit der Form und Leistungsfähigkeit aller aus ein und derselben Werkstätte hervorgegangenen Instrumente sichert, andererseits aber Fehler, die in der „Schlamperei“ eines Theil-Arbeiters liegen und in der Hitze des Gefechtes dem prüfenden Auge des Monteurs oder gar wohl des Chefs entgehen, unterlaufen lässt, was bei der Unvollkommenheit aller menschlichen Leistungen nicht ganz zu vermeiden ist, Fehlkäufe, d. h. Käufe von Mikroskopen, die nachträglich Fehler in der Centrirung oder in dem optischen Theile oder eine geringere als die im Preiscourante versprochene Leistungsfähigkeit zeigen, kein gar so seltenes Vorkommniss, namentlich wenn man im Beurtheilen der Eigenschaften, die k e i n e m modernen Mikroskope fehlen sollen, nicht die nöthige Kenntniss besitzt.

Jene geehrten Leser, welche die oben ausgeführten allgemeinen Andeutungen über den Bau des Mikroskopes aufmerksam gelesen haben, werden die Bedingungen, auf denen die Güte des mechanischen und optischen Theiles beruht, bereits theoretisch kennen und dieselben mögen namentlich das über die Objectivsysteme bezüglich der Correction der Aberrationen und dem Begrenzungs-, Auflösungs- und Tiefenwirkungsvermögen Gesagte sich in Erinnerung rufen.

Hier erübrigt nur eine praktische Anleitung zur Auswahl eines Mikroskopes für einen gewissen Zweck zu geben, dann die Prüfung desselben auf seine allgemeine Leistungsfähigkeit und endlich den Kauf desselben, d. h. die Angabe der beiläufigen Auslagen, welche mit dem Kaufe eines verlässlichen Instrumentes verbunden sind, zu erörtern.

Was die Auswahl eines Mikroskopstatives anbelangt, so haben wir ja bereits davon gesprochen, dass es kleine, mittlere und grosse gibt. Die beiden Wiener Firmen Carl R e i c h e r t in Wien, VIII., Bennogasse 26 und Louis M e r k e r & Fritz E b e l i n g, Hernals, Gürtel Nr. 2, welche uns am nächsten liegen, fertigen vortreffliche Mikroskopstative auch in kleinerem Maassstabe an und ist für die Zwecke eines Apothekers R e i c h e r t's Mikroskopstativ Nr. VII vorzüglich geeignet. Auch M e r k e r und E b e l i n g's Stativ IV (umlegbar, mit Zahn und Trieb) scheint den Zwecken eines Apotheker-Mikroskopes besser zu entsprechen, als die von dieser Firma eigens als Apotheker-Mikroskope bezeichneten Stative.

Das Stativ IV von Merker & Ebeling scheint sozusagen prädestinirt zu sein, die Vorzüge eines kleinen und mittleren Statives zu vereinigen, d. h. leichte Transportfähigkeit und hinlängliche Stabilität. Auch Paul W ä c h t e r in Friedenau bei Berlin fertigt treffliche Stative für Apothekerzwecke, doch scheint mir auch bei den Stativen dieser Firma eines der mittleren Stative den Bedürfnissen eines Laboratoriummikroskopes besser zu entsprechen, als die eigens als Apothekermikroskope bezeichneten Stative, welche mit einer Mikrometerschraube an der Tischplatte versehen sind und dem weniger geübten Mikroskopiker durch das nothwendige Untergreifen des Objecttisches bei Handhabung der feinen Einstellung allerlei Unbequemlichkeiten verursachen.

Gute Stative fertigen meiner eigenen Erfahrung nach auch P l ö s s l's Nachfolger Herr Franz W a g n e r in Wien, ferner S c h i e c k in Berlin, von den berühmten ausländischen Firmen, H a r t n a c k in Potsdam, Dr. Z e i s s in Jena, L e i t z in Wetzlar u. a. m. — welche theilweise über jedes Lob erhaben sind, doch ist es fraglich, ob dieselben (mit Ausnahme der erstgenannten W i e n e r Firma) in der Lage sind, für gleich billige Preise gleich vollkommene Stative, wie die Firmen R e i c h e r t in Wien oder M e r k e r & E b e l i n g in Hernals herzustellen, wobei in Betracht zu ziehen kommt, dass Zoll und Spesen ein jedes vom Ausland bezogene Stativ je nach dessen Gewicht wesentlich vertheuern, wenn der preiscourantmässige Preis nicht so wie bei den W ä c h t e r'schen Mikroskopen schon inclusive Zoll angesetzt ist. Was der Zoll mitunter ausmachen kann, zeigt Folgendes: Ich habe einst durch einen Bekannten aus Paris von dem renommirten Schüler H a r t n a c k's, Herrn V e r i c k, ein recht gutes kleineres Instrument bezogen,

war aber nicht wenig überrascht, an Zoll und Spesen 6 fl. 50 kr. bezahlen zu müssen, wobei allerdings das politirte Mahagoni-Etuis als Holzwaare und der bei Verick übliche seidenüberzogene Polster im Deckel des Holzkastens als „feine Seidenwaare" verzollt werden musste!

Ich kann also ohne jeden Chauvinismus — namentlich dem Anfänger — nur rathen, sich bezüglich des Ankaufes von Mikroskopen, namentlich aber eines Statives, an inländische Firmen zu halten!

Aber auch hier heisst es: „Prüfet Alles und das Beste behaltet!" Und bei diesem „Besten" kommt es zunächst darauf an, zu untersuchen, wozu speciell ein Apotheker ein Mikroskop braucht. Bevor wir also weiter in unser Thema eingehen, muss ich nachfolgende Zeilen, welche das Verhältniss der Apotheker zum Mikroskope behandeln, vorausschicken.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass die Fortschritte in der Mikroskopie längst Gemeingut aller gebildeten Apotheker geworden sind, so kann denn doch leider nicht dasselbe von der praktischen Handhabung dieses Instrumentes gesagt werden; vielmehr kann man, ohne Jemandem nahe treten zu wollen, kühn behaupten, dass die praktische Mikroskopie, d. h. die wirkliche Verwendung des Mikroskopes zu Untersuchungen aller Art (ganz abgesehen von der Untersuchung der Drogen, welche einen Handelsartikel der Apotheken bilden) nur noch sehr sporadisch in Apothekerkreisen, ja auch in ärztlichen Kreisen vorkommt, jedenfalls nicht so häufig, als es für das Gesammtwohl wünschenswerth erscheinen würde.

Und was ist Schuld daran? Etwa die Unkenntniss der Wichtigkeit des Gegenstandes? Mit nichten! Oder etwa Mangel an der nöthigen Unterweisung? Auch das nicht! Zahlreiche Curse, theils an Universitäten, theils in Fachvereinen, bieten hiezu Gelegenheit genug; für die am Lande befindlichen Herren bleibt aber wohl auch Musse übrig, um die trefflichen Werke von Harting, Vogel, Dippel u. A., welche auch heute noch als geradezu classisch gelten, eingehend zu studiren!

Woran liegt es also? Es liegt daran, dass viele Apotheker kein entsprechendes Mikroskop anschaffen und daher nicht in die Lage kommen, dasselbe selbst gebrauchen zu lernen! Und doch wäre gerade auf dem Lande die Beschäftigung der Apotheker mit dem Mikroskope höchst segensreich, auf dem Lande, wo Laboratorien und Institute mangeln, um Harn und andere Kranken-Secrete, ferner Wasser, Lebensmittel und Drogen von gewiegten Kennern mikroskopisch untersuchen zu lassen, wo aber auch der Arzt, welcher alle Specialfächer seiner Wissenschaft und oft auch noch sein Fach betreffende öffentliche Aemter in sich vereinigen muss, wahrhaftig nicht dazukommt, sich zum Mikroskop zu setzen, sich die zur Untersuchung nöthigen chemischen Reagentien zu bereiten und auf die unter dem Mikroskope befindlichen Präparate einwirken zu lassen! Das ist auch von dem praktischen Arzte nicht zu verlangen; fällt doch dessen Wirkungskreis mehr ausserhalb seines Arbeitszimmers und muss oft sogar die ohnehin kurz bemessene Ordinationszeit abgekürzt werden, weil ihn die Pflicht hinausruft in Sturm und Regen zu irgend einem entlegenen Bauernhofe oder Schlosse. Der Apotheker dagegen hat, wie schon wiederholt darauf hingewiesen wurde, in seiner Apotheke, in welcher ohnehin fast alle nothwendigen Chemikalien bis etwa auf einige Farbstoffe vorhanden sind und sich zahlreiche, auch zu mikroskopischen Untersuchungen brauchbare Glasgeräthe vorfinden, ganz abgesehen davon, dass ihm die Untersuchung seiner eigenen Waaren gesetzlich obliegt und er deshalb auch schon durch die neue Pharmacopoea Austriaca zur Beschaffung eines Mikroskopes angewiesen wird — viel mehr Gelegenheit zu mikroskopischen Studien.

Woran liegt es aber, dass viele Herren Apotheker so lange zögern, ein Mikroskop anzuschaffen und wenn sie es gethan haben, dass sie es bald auf einen Schrank stellen und selten mehr hervorholen?

Ich will die Antwort darauf, so paradox sie auch klingen mag, zu geben versuchen: Die Ursache liegt in der allzu grossen Auswahl von Instrumenten, namentlich ausländischen, welche die Wahl eben schwer machen, da die theueren, allen Zwecken entsprechenden, eben — theuer sind, — die billigen aber eben nicht allen Zwecken entsprechen oder doch nicht für den Anfänger ausreichend bequem sind, so dass deren Handhabung denselben bald ermüdet und vor weiterem Gebrauche abschreckt! Es gilt eben auch von den Mikroskopen, was ein berühmter Kalligraph zu sagen pflegte, wenn sich seine Schüler auf schlechte Federn ausredeten: „Ein Schreibkünstler bedarf eines gespitzten Holzstückchens, um damit schön zu schreiben, für den Anfänger ist die beste Feder nicht gut genug!"

Die meist aus Oekonomie angeschafften kleinen Instrumente mit mangelhaften Bewegungsmechanismen, Drehscheibenblenden

etc. werden in der Hand des Fachmannes, weil eben dieselbe bereits Ruhe und dessen Auge Uebung in der Beobachtung besitzt, — Alles zeigen, was mit den angesetzten Linsen an dem Präparate eben zu sehen ist. Erzählt doch der berühmte Mikroskopiker Harting, dass er mit einem hölzernen Mikroskope und Glaskügelchen als Linsen fast alles gesehen habe, was ihm die schönen, werthvollen Instrumente von Nachet, Oberhäuser und anderen damals berühmten Firmen nachher nur etwas deutlicher zeigten!

Es war dies eben ein Mann, der sein ganzes Leben dem Mikroskope gewidmet hatte und nicht nur ab und zu in dasselbe blickte, wenn er es eben benöthigte. Anders ist dies aber bei Apothekern und Aerzten, die noch andere Hantirungen zu verrichten haben, als zu Mikroskopiren die Hand ist von anderen Arbeiten angestrengt und leicht stellt sich Muskelzittern ein, wobei das Präparat sich leicht verschiebt und auch beim Einstellen an kleinen Instrumenten leicht Alles in Bewegung setzt, so dass der Ungeübte gar nichts im Präparate findet, während er mit einem schwereren, stabileren Instrumente mit grober und feiner Einstellung leichter zum Ziele gekommen wäre!

Schwere Stative sind aber meist theuer! Und gute Linsen auch! Zeiss in Jena hat diesem Uebelstande durch sein sogenanntes Laboratorium-Mikroskop theilweise abgeholfen, welches aber mit Zoll und Spesen auf 78 Gulden zu stehen kommt und doch nur mässige Vergrösserungen zulässt.

Freilich ist die Firma Zeiss heutzutage die renommirteste des ganzen Continentes, ich kann aber nicht sagen, dass ich deren Stative um vieles genauer gearbeitet gefunden hätte, als jene von Reichert, Merker & Ebeling oder Plössl's Nachfolger. Allerdings sind die Stative dieser Firma die Muster für alle continentalen Werkstätten geworden und sind auch die Systeme dieses Welthauses ganz vorzüglich. Für dasselbe Geld kann aber ein österreichischer Apotheker von einer inländischen Firma ein zu den meisten Untersuchungen geeignetes Instrument erwerben, da Fracht und Zoll wegfällt. Natürlich gilt dies auch für unsere reichsdeutschen Leser — mutatis mutandis — und möchten wir diesen Kreisen die Firma Paul Wächter in Friedenau bei Berlin als billig und gut empfohlen haben. Falls aber ein Apotheker sich entschliesst, ein Mikroskop zu kaufen, so soll es zu allen Untersuchungen, welche nicht rein theoretischer Natur sind, ausreichen und der Apotheker soll nicht in Verlegenheit kommen, wenn ihn etwa ein Arzt darum ersucht, Harn auf Harncylinder, Sputum auf Tuberkelbacillen zu untersuchen.

Hiezu bedarf es, was ich eben hervorheben will, keineswegs, — wie Viele glauben — eines theueren Oelimmersionssystemes; ein gutes Trockensystem, wie z. B. Reichert's Nr. 8 oder Merker & Ebeling's Nr. 7 reichen vollkommen aus, wofern nur das Stativ eine gute Blendvorrichtung für die Beobachtung der zarten Harncylinder und einen, wenn auch noch so einfachen Condensor (für die Bacterien in gefärbtem Zustande) besitzt. Wie wir bereits in dem vorhergehenden Abschnitte erwähnt haben, fertigen die österreichischen Firmen solche Instrumente, welche obige Einrichtungen besitzen, zu billigen Preisen an und wir erwähnen, dass man für circa 80 bis 100 fl. ein Instrument mit einem schwachen, einem mittleren und einem Trockensystem nebst Blendapparat an Substage und einem Condensor für Bacterienzwecke erwerben kann, mit dem man so ziemlich für alle praktischen Zwecke ausreicht und welches bequem zu handhaben ist.

Es wird also gut sein, bei Auswahl eines Mikroskopes sich gleich (falls man nicht ein theuereres zu kaufen beabsichtigt) als niederste Grenze die vorgenannte Ausstattung vor Augen zu halten; nachschaffen kann man sich dann dazu beliebige Systeme, dürfte aber für die gewöhnlichen Zwecke mit den erwähnten Systemen auslangen.

Dass ein gutes, starkes Trockensystem zur Sputumuntersuchung ausreicht, dafür bürgt die Angabe, welche auf Seite 358 in Dr. von Jaksch' „Klinische Diagnostik", einem trefflichen, bei Urban & Schwarzenberg in Wien und Leipzig 1887 erschienenen Fachwerke, enthalten ist.

Es lasse sich also keiner der geehrten Leser dieser Zeilen von der Anschaffung eines Instrumentes von allgemeiner Verwendbarkeit abhalten und lasse sich gleich eine Anzahl der besseren kleineren und mittleren Stative, nebst einer Anzahl von Linsensystemen von System Nr. 2 bis 9 vorlegen.

Unter diesen suche er sich nach der im Folgenden zu gebenden Anleitung die besten aus, denn unter sehr Gutem gibt es noch immer etwas noch Besseres und das Bessere ist ja der Feind des Guten, wie das Sprichwort sagt.

Bei Ankauf eines Statives muss man sich ausser dem bereits Gesagten stets die Frage vor Augen halten, ob man das Stativ in einem bestimmten Zimmer an einem bestimmten Orte wird stehen lassen, oder ob man es — wenn auch nicht gerade auf

Reisen, so doch in andere Räume, zum Beispiele der mit der Tageszeit wechselnden Beleuchtung wegen — zu transportiren wünscht. Im ersteren Falle werden Instrumente mit verhältnissmässig schwerem Fuss und grosser Stabilität — wie ja solche heute auch unter den kleineren Stativen vorkommen und daher namentlich, wenn der Fuss aus Gusseisen ist, nicht theuer sind — Vortheile bieten, im anderen Falle verdienen leichtere Instrumente den Vorzug, namentlich wenn man dieselben auch ausser dem Hause, etwa zu technisch-chemischen Prüfungen an Erzeugungsstätten, zur Auswahl von Waaren aus grossen Magazinen mittelst Stichproben, die man selbst machen will, um nicht auf gesendete Proben angewiesen zu sein, u. dgl. verwenden will.

Jedenfalls soll aber auch bei den letztgenannten leichteren Instrumenten der Objecttisch hinlänglich gross, namentlich aber so breit sein, dass er gestattet, grössere Glasplatten aufzunehmen und bequem alle Theile der auf diesen befindlichen Objecte zu durchmustern. Eine Breite von etwa 70 Millimetern wird jedenfalls das Minimum sein, welches ich nach eigenen Erfahrungen empfehlen kann. Kleinere Tische haben auch bei leichteren Instrumenten grosse Unbequemlichkeiten beim Arbeiten zur Folge. Man unterlasse nicht ein paar Klammern zum Festhalten der Objecte auf dem Objecttische zu verlangen, die mitunter, obgleich sie in grösseren Werkstätten zu Hunderten und für jedes Stativ passend, vorräthig sind, beim Einpacken vergessen werden. Diese Klammern sollen aus federndem Packfong und durch Aufstecken (nicht durch Aufschrauben) auf dem Objecttische — der zu diesem Zwecke rechts und links von der Säule, auf welcher der optische Theil ruht, zwei Löcher trägt — befestigt werden können, so dass man sie durch einfachen Druck befestigen, durch einfachen Zug, sobald man ihrer nicht bedarf, beseitigen kann. Diese Klammern dienen, wie bereits erwähnt, dazu, die Glasplatte mit dem Objecte, d. h. den sogenannten Objectträger oder ein Präparat unverrückt in der ihm einmal gegebenen Lage auf dem Objecttische festzuhalten. Dieselben sind namentlich bei Mikroskopen, die eine Umkippung (Umlegung) des Oberkörpers gestatten, unentbehrlich, da dabei der Objecttisch schräg, ja manchmal vertical zu stehen kommt und die auf denselben gelegten Objecte herabfallen würden, wenn sie nicht mit den erwähnten Klammern festgehalten würden.

Bezüglich der übrigen Einrichtungen am Objecttische muss natürlich auf das bei Beschreibung der Stative und deren Einrichtungen Gesagte verwiesen werden. Kauft man ein Stativ mit Zahn und Trieb, so muss das Getriebe sehr leicht gehen und muss der Tubus trotzdem in jeder Lage verharren — er darf nicht sinken. Um dies zu erreichen und den sogenannten „todten Gang" zu vermeiden, das heisst zu vermeiden, dass man am Knopfe des Getriebes dreht, ohne dass der Tubus die Bewegung sofort mitmacht, geben alle besseren Werkstätten, namentlich auch die zwei oftgenannten Firmen Carl Reichert in Wien und die so strebsamen Herren Louis Merker und Fritz Ebeling in Hernals, den Zahnstangenzähnen an ihren Mikroskopgetrieben eine schiefe Richtung, so dass die Zähne nicht so ≡, sondern so ⫻ eingeschnitten sind, wodurch dem Fehler des „todten Ganges" erfolgreich entgegengetreten wird.

Bezüglich der groben Einstellung mittelst Tubusschiebung erwähnen wir, dass der Tubus bei Anfassen des Statives mit der linken Hand am Fusse und drehendem Ziehen des Tubus ganz leicht — wie der Fachausdruck lautet: „zügig" — sich verschieben lassen muss, dabei aber in jeder Lage unverändert stehen zu bleiben hat. Hat der Tubus — und dies ist bei allen hier in Betracht kommenden modernen Instrumenten — mit Ausnahme der kleinsten der Fall — einen Auszug, so muss auch dieser „zügig" gehen. Schwerer oder ungleichmässiger Gang der groben Einstellung zeugt stets von ungenauer Arbeit oder von schlechter Repassirung der Stative.

Der Tubus selbst muss unten mit einem solchen Gewinde versehen sein — sei dieses nun das Hartnack'sche oder die Society screw, dass sich die Objectivsysteme leicht anschrauben lassen, aber dabei ohne Wackeln gut und fest sitzen, das heisst, dass der Rand der Objectivsysteme am Rande des Tubusgewindes genau anliegt. Dabei muss selbstredend — wenn der Tubus vertical steht — die untere Fläche der Frontlinse genau horizontal und parallell mit der Objecttischebene stehen.

Die feine Einstellung, die womöglich nicht durch Bewegung am Tische, sondern am Besten aus bereits in der letzten Fortsetzung angeführten Gründen durch Bewegung des optischen Theiles geschehen soll, muss recht weich gehen und keinen todten Gang zeigen. Die einschlägigen Einrichtungen haben wir früher behandelt und wollen dieselben oben (bei Beschreibung der Stative) nachgelesen werden.

Sehr wichtig ist dagegen der jetzt zu

besprechende Punkt: Die genaue Centrirung aller Theile des Statives.

Was Centrirung ist, wissen wir ja bereits aus den früheren Darlegungen. Bemerken müssen wir hier, dass bei der Prüfung der Centrirung des mechanischen Theiles darauf zu sehen ist, dass auch die beweglichen Theile in jeder Lage möglichst centrirt stehen bleiben, d. h. dass deren Bewegunslinie stets mit der sogenannten optischen Achse zusammenfalle.

Selbst Stative aus den besten Werkstätten lassen in dieser Hinsicht mitunter etwas zu wünschen übrig, da ja alles Menschliche unvollkommen ist; grössere Abweichungen dürfen aber bei guten Stativen nie und nimmer vorkommen, da sie sonst das Instrument — mag der optische Theil noch so gut sein — unbrauchbar machen.

Wie prüft man nun die vollkommene Centrirung des Statives?

Man ersucht den Verkäufer um ein Ocular mit Fadenkreuz, d, h. mit einem auf einer Glasplatte, die im Ocular eingelegt ist, eingeritzten +, wobei natürlich der Mittelpunkt des im Mikroskop gesehenen Kreises (Gesichtsfeld) mit dem Mittelpunkte resp. Kreuzungspunkte beider aufeinander senkrechten Geraden zusammenfallen muss. Solche Oculare sind in jeder grösseren Werkstätte vorräthig. Dieses Ocular steckt man, nachdem man das zu prüfende Stativ gegen das Licht gekehrt und vorher ein Objectivsystem grösserer Brennweite, (etwa von 20—40 mm) angeschraubt hat, auf den Tubus an und bringt nun in den Blendeapparat die kleinste Blende. Dann sucht man, indem man durch das Ocular hineinblickt und den Spiegel mit der rechten Hand hin- und herwendet, Licht, d. h. man sucht die Blendöffnung vergrössert und als weissen Kreis auf schwarzen Grund wahrzunehmen. Dass man dabei zuerst die grobe Einstellung anwendet und dann mit der Mikrometerschraube so lange fein einstellt, bis die Ränder der weiss erleuchtet erscheinenden Blendung sich scharf begrenzt darstellen, liegt in der Natur der Sache. Achtet man nun auf das Fadenkreuz, so muss, wenn anders das Stativ gut centrirt ist, der Kreuzungspunkt der Linien des sogenannten Fadenkreuzes (weil es früher meist aus 2 Spinnfäden verfertigt wurde, während man heutzutage es meist durch in eine Glasplatte eingeritzte feine Linien bildet), mit dem Mittelpunkt der lichten Blendöffnung zusammenfallen. Je genauer dies der Fall ist, desto besser centrirt ist das Stativ Gut ist es, wenn man nicht nur die kleinste Blendöffnung, sondern auch noch zwei grössere zur Probe benützt.

Sollte zufällig ein Ocular mit Fadenkreuz nicht zur Hand sein, so muss man sich freilich auf sein Augenmaass verlassen, indem man dann beurtheilen muss, ob der Mittelpunkt des Gesichtsfeldes mit dem Mittelpunkte der lichten Blendöffnung zusammenfällt. Als Anhaltspunkt mag dabei dienen, dass der Kreisumfang, den der schwarze Rand der lichten Blendöffnung bildet, mit der Kreislinie, die die Grenze des Gesichtsfeldes bildet, genau paralell verläuft, so dass beide Kreise concentrisch erscheinen. Hat man ein grösseres Stativ im Kaufe, bei welchem die Blendungen auf irgend eine der oben bei Beschreibung der Stative geschilderten Art und Weise höher und tiefer zu stellen sind, so verschiebt man die Blendvorrichtung in die Höhe und Tiefe und stellt von Neuem mit der groben und feinen Einstellung ein, bis man den von der Blendöffnung gebildeten Kreis scharf sieht. Auch jetzt muss der Fadenkreuz-Mittelpunkt mit der Mitte der lichten Blendöffnung möglichst zusammenfallen. Ist das zu kaufende Stativ mit Drehung des Oberkörpers um die optische Achse versehen, so dreht man während der Beobachtung der scharf eingestellten Blendöffnung den Oberkörper sammt Tisch um die Achse, wobei die Blendvorrichtung stehen bleibt. Auch bei dieser Drehung soll, ist anders die Drehvorrichtung gut centrirt — die Blendöffnung ihre concentrische Stellung zum Kreise, den die Begrenzung des Gesichtsfeldes bildet, möglichst beibehalten. Wir sagen „möglichst“, da ein dauerhaftes, mathematisch genaues Centriren beweglicher Vorrichtungen beim Mikroskope umso weniger erreichlich ist, als alle Bewegungen sich leicht ausführen lassen müssen und daher die beweglichen Theile, soll die Reibung eine leichte Bewegung nicht illusorisch machen — nicht gar zu streng ineinandergreifen dürfen. Auch spielt die Extension der Metalle durch die Temperaturveränderungen jedenfalls eine gewisse hindernde Rolle.

Ist das Stativ des bequemeren Hineinsehens halber und wohl auch aus anderen später bei Erörterung des praktischen Gebrauches des Mikroskopes anzuführenden Rücksichten mit Umkippung versehen, so hat man darauf zu achten, dass diese Kippung leicht gehe, dabei aber in jeder Lage festen Stand ermögliche. Sehr wünschenswerth ist, dass sich das Mikroskop bis in eine ganz horizontale Lage umlegen lasse, weil dies für einige Manipulationen sehr praktisch erscheint. Meist wird sich dem Mangel an leichter und sicherer Kippung und vollständiger Horizontalstellbarkeit bei

einigem guten Willen des verkaufenden Mechanikers leicht abhelfen lassen, im ersteren Falle durch Nachziehen oder Lockern der das Kippungsscharnier haltenden Schrauben oder Schraubenmuttern, im zweiten Falle durch Nachfeilen am Scharnier selbst. Wichtig ist, dass das ganze Stativ durch Umkippung nicht seinen festen, sicheren Stand verliere, weshalb bei umlegbaren Stativen die gleichmässige Vertheilung des Gleichgewichtes zwischen Ober- und Unterkörper des Statives eine wesentliche Beachtung seitens des Constructeurs verdient.

Der Spiegel an jedem besseren Stative soll auf einer Seite plan, auf der anderen concav, nicht zerkratzt und in wenigstens drei Ebenen verstellbar sein, was durch dessen Anbringung an einem drehbaren Arme erzielt wird. Dass sich der Spiegel auch in verticaler Richtung höher und tiefer stellen lasse, dafür ist an grösseren Stativen meist vorgesorgt; bei kleineren ist diese Beweglichkeit durchaus nicht nothwendig, kann aber, wenn sie eine Höher- und Tieferstellung um circa 1 Centimeter gestattet und hinlänglicher Raum zwischen Fuss und Tisch zur Unterbringung und Bewegung des Blendapparates ist, so dass diese Höher- und Tieferstellung des Spiegels kein Anstossen an einen wesentlichen Theil des Blendapparates zur Folge hat, zu manchen Beleuchtungseffecten ganz erwünscht sein.

Bemerken muss man überhaupt, dass ein Theil den anderen in seiner Bewegung möglichst wenig hindern soll und die unter dem Tische befindlichen, oben bereits ausführlich beschriebenen Beleuchtungsvorrichtungen leicht und zügig gehen müssen, wie dies oben bezüglich der groben und feinen Einstellung beschrieben wurde.

Hat man nun das Stativ nach obiger Methode geprüft, so bittet man sich ein etwas stärkeres System, etwa von 3 mm bis 5 mm Brennweite, aus, lässt das Fadenkreuz-Ocular, falls ein solches vorhanden ist, am Tubus und schraubt, indem man Acht hat, dass das Ocular beim Anschrauben des stärkeren Systemes nicht hesausfalle, dieses stärkere System an den Tubus an.

Nun erbittet man sich irgend ein mikroskopisches Präparat, am besten Pollenkörner oder dergleichen kleine Körperchen und falls man noch nicht selbst einstellen kann (davon wird weiter unten gehandelt werden), lässt man sich ein solches kleines Körperchen scharf einstellen. Nun schiebt man sehr vorsichtig das Objectglas so lange hin und her, bis eines der auf dem Objectträger befindlichen kleinen Körperchen möglichst genau im Kreuzungspunkte des Fadenkreuzes, resp. dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zu stehen kommt. Und nun beginnt man die Mikrometerschraube, stets das Resultat durch das Ocular beobachtend, sachte zu drehen. Dabei wird das Körperchen scheinbar zu verschwimmen, dann wieder deutlicher zu werden scheinen, je nachdem man von rechts nach links oder umgekehrt am Knopfe der Mikrometerschraube dreht; es wird auch aus der Mitte des Gesichtsfeldes etwas abweichen, diese Abweichung darf aber nur sehr wenig betragen, sonst ist die Mikrometerbewegung keine centrische und somit ein Fehler vorhanden. Bei schlechten Stativen verschwindet bei der kleinsten Bewegung der Mikrometerschraube so ein kleines Object, indem es nach irgend einer Richtung das Gesichtsfeld zu durchlaufen scheint, aus demselben, oft schwankt es auch bald hinüber bald herüber. Bei einem guten Stative dagegen scheint es in der Tiefe senkrecht unter dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zu verschwinden. Bei dickeren und grösseren Objecten, sehr starken Objectiven und namentlich bei schiefer Beleuchtung (davon später) scheint oft auch bei tadellosen Mikrometerschrauben das Object nach einer Seite hin zu verschwinden, dies ist aber nur scheinbar der Fall und hat seinen Grund in dem Verschwinden der oberen Schichten des dickeren Objectes und Auftauchen der unteren in der Richtung der bei schiefer Beleuchtung nur einseitig einfallenden Lichtstrahlen, was den Schein eines Fortrückens des Objectes in excentrischer Richtung zur Folge hat.

Hat man nun auf diese Art das Stativ bezüglich der Centrirung der Mikrometerschraube insbesondere geprüft und für gut befunden und will man bei derselben Firma auch die Objectivsysteme beziehen, so muss man, falls man einen Revolver für die zu wählenden Objectivsysteme mitbestellen will, vorläufig den optischen Theil prüfen und die durch Prüfung desselben für gut befundenen und daher ausgesuchten Objective mittelst Revolvers (siehe oben) am Stativ anbringen lassen. Wir werden daher die Prüfung eines Objectiv-Revolvers erst nach Besprechung der äusserst wichtigen Prüfung des optisches Theiles, zu behandeln haben, obgleich der Revolver eigentlich zum mechanischen Theile, also zum Stativ des Mikroskopes gehört.

Was die Auswahl der Objective und Oculare anbelangt, so muss man dabei besonders vorsichtig sein, da die Brauchbarkeit eines Mikroskopes zu verschiedenen Untersuchungen wesentlich von dem optischen Theile abhängt. Mit dem vorzüglichst gebauten

Stative kann man nichts sehen, wenn man keine zweckentsprechenden Oculare und Objective dazu besitzt.

Bei der Auswahl der Objective spielt, wie bereits in der Erörterung über den optischen Theil ausgeführt wurde, die nummerische Apertur eine grosse Rolle, da sie das Auflösungsvermögen der Objective bedingt.

Dass aber eine grosse nummerische Apertur andererseits eine genaue Begrenzung und eine grosse Tiefenwirkung erschwert, wurde ebenfalls oben ausgeführt.

Die Vereinigung aller drei Vorzüge ist der Triumph der Optik und muss natürlich entsprechend bezahlt werden.

Wir geben hier beispielsweise eine tabellarische Uebersicht über die nummerischen Aperturen einiger Objective dreier verschiedener Werkstätten.

I. Dr. E. Hartnack in Potsdam.

Nummer des Objectives	Brennweite in Millimetern	Nummerische Apertur
4	10·00	0·50
5	5·00	0·90
6	3·75	0·95
7	3·40	0·95
9	2·00	0 95
10 (Wasser)	1·6	1·25

II. Carl Reichert in Wien.

Nummer des Objectives	Brennweite in Millimetern	Nummerische Apertur
2	30·00	0·17
3	15·00	0·34
5	5·40	0·65
8	2·20	0·87
	Brennweite in englischen Zollen	
10 (Wasserimmersion)	$^1/_{15}$	1·10
18 (homogene Immersion)	$^1/_{15}$	1·28—1·30

III. L. Merker & F. Ebeling in Wien.

Nummer des Objectives	Brennweite in Millimetern	Nummerische Apertur
2	26·0	0·18
3	17·5	0 21
5	7·2	0·50
8	2·2	0·86
10 (Wasser)	1·8	1·20
$^1/_{28}$ homogene englische Zoll	0·9	1·30

Aus diesen Beispielen sehen wir, dass Hartnack in Potsdam seinen Trockensystemen eine sehr grosse, aber bei den Nummern 5, 6, 7, 8 und 9 fast gar nicht verschiedene nummerische Apertur gibt, Reichert schon eine geringere und verschiedenere, Merker & Ebeling die verhältnissmässig geringste. Wenn trotzdem die Systeme der letzteren Firma so Treffliches leisten und so beliebt sind, so liegt dies in ihrer trefflichen Achromasie und vollstentwickeltem Definitionsvermögen, welch' letztere Vorzüge namentlich für histologische Untersuchungen mehr in's Gewicht fallen, als ein exorbitantes Auflösungsvermögen.

Man sieht daraus, dass es noch andere Kriterien für die Leistungsfähigkeit der Objective geben muss, als deren Apertur, welch' letztere nebenbei bemerkt, mit dem sogenannten Zeiss'schen Apertometer, einer halbkreisförmigen, mit Bezifferung versehenen Glasplatte gemessen werden kann, worauf wir aber hier in einem Leitfaden nicht eingehen können, umsoweniger als das Aperturbestimmen mit dem Apertometer nicht Jedermanns Sache ist, sondern an und für sich eine Uebung erfordert, die wir beim Anfänger im Mikroskopiren nicht voraussetzen können.

Bei den starken Systemen, wo die grosse Tiefenwirkung und der grosse Focalabstand ohnedies mehr nebensächliche Vorzüge eines Objectivsystemes sind, ist eine grosse nummerische Apertur sehr nothwendig und wir sehen auch, dass bei allen drei beispielsweise angeführten Firmen die stärksten Systeme Wasser- und Oel- (homogene) Immersionen, hohe und fast gleiche nummerische Aperturen aufweisen; bei den mittleren und schwachen Systemen dagegen ist Definitionsvermögen und Tiefenwirkung ein sehr wesentlicher Vorzug, der einer exorbitanten Apertur nicht zum Opfer gebracht werden sollte.

Uebrigens ist es auch oft wünschenswerth — namentlich für Diatomeenforscher — ein mittleres System von sehr hoher Apertur zu besitzen; ein solches von trefflichster Ausführung ist Carl Reichert's Nr. 5. Ich besitze ein solches und bin erstaunt, was es leistet, namentlich wenn ich ein Compensations - Ocular, wie ein solches zu Apochromaten gebraucht wird — damit combinire. Was Apochromatobjective anbelangt, so verfertigt solche in Wien blos Carl Reichert; diesen Objectiven kann aus den bei Besprechung des optischen Theiles erörterten Gründen eine sehr bedeutende nummerische Apertur gegeben werden.

So hat Reichert's Apochromat von 16 mm Brennweite bereits eine Apertur von 0·30, jener von 8 mm eine von 0·50, und die stärksten homogenen Immersions-Apochromaten von 2 mm Brennweite eine nummerische Apertur von 1·25 bis 1·40.

Dass Carl Zeiss Apochromaten von fast 2·00 nummerischer Apertur in Vorbereitung haben soll, ist schon oben erwähnt

worden; was also soll man unter diesen vielen und trefflichen Dingen auswählen?

Diese Frage ist dahin zu beantworten, dass man sich nach dem Geldpunkte und den im Auge habenden Zwecken zu richten haben wird. Dabei darf man nicht vergessen, dass man auch Oculare kaufen muss. Zu den gewöhnlichen Achromatsystemen genügen wohl 2 oder 3 Huygen'sche Oculare, zu den Apochromaten soll man aber stets — will anders man sie ganz ausnützen, einige Compensationsoculare kaufen.

Für alle technischen Untersuchungen von Waaren, ferner die meisten Untersuchungen diagnostischer Natur am Krankenbette genügen Trockensysteme.

Kann und will man nur zwei Systeme kaufen, so kauft man hiezu zweckmässiger Weise auch blos zwei Oculare; man wählt dann ein schwaches und ein stärkeres Trockensystem z. B. 3 und 7 Merker & Ebeling, oder 3 und 8 Reichert, oder 4 und 7 Hartnack, oder 3 und 7 Paul Wächter oder A und E Zeiss u. dgl. und ein starkes und ein schwächeres Ocular. Ganz unzweckmässig ist es aber, ein sehr schwaches und ein starkes System z. B. 1 und 7 (Reichert) zu wählen.

Bei drei Systemen wählt man zweckmässig ein sehr schwaches, ein mittleres und ein starkes System, z. B. Reichert 1, 5, 8, Merker & Ebeling 2, 6, 9, Hartnack 4, 7 und 8, kurz stets ein System von circa 20 bis herab zu 10 mm Brennweite, ein solches von 3 bis herab zu 3 mm und endlich ein solches von 3—2 mm Brennweite.

Zu solchen Zusammenstellungen wählt man dann zweckmässig drei Oculare, z. B. Merker Ebeling 2, 3, 5, Reichert 2, 3, 5 oder Hartnack 2, 3, 4 u. s. w.

Man erhält dann 9 verschiedene (bei einer bestimmten Tubuslänge von 160 mm) sich stets gleichbleibende Vergrösserungen, von denen die eine sich an die andere anschliesst. So gibt z. B. Reichert's System 1 mit Ocular 2 eine 25malige, mit Ocular 3 eine 30malige, mit Ocular 5 eine 55malige lineare Vergrösserung. System 5 gibt mit Ocular 2 eine 145malige, mit Ocular 3 eine 170malige, mit Ocular 5 eine 280malige, System 8 mit Ocular 2 eine 450malige, mit Ocular 3 eine 500malige, mit Ocular 5 eine 780malige Vergrösserung. Stellen wir diese Zahlen nach ihrer Grösse geordnet hintereinander, so erhalten wir folgende Reihe:

25
30
55
145
170
280
450
500
780

Statt nun die ganze Reihe anzuführen, pflegen die Verkäufer einfach zu sagen oder zu schreiben: Mikroskop-Stativ so und so, mit dem oder jenem Beleuchtungsapparate, mit drei Systemen 1, 5, 8 und drei Ocularen 2, 3, 5 Vergrösserungen 25 bis 780.

Manche lassen gar die Nummern der Systeme aus, namentlich bei kleinen Instrumenten und schreiben z. B.: Kleines Hufeisenstativ mit einem schwachen und starken Systeme und zwei Ocularen, Vergrösserungen von 25—700.

Bei letzteren Angaben muss man vorsichtig sein, wenn das Instrument einen ausziehbaren Tubus besitzt, pflegen manche auswärtige Firmen die stärkste Vergrösserung bei ganz ausgezogenem Tubus zu rechnen; diese ist aber nicht immer so deutlich, wie wünschenswerth, namentlich nicht, wenn das Deckglas genau passend dick ist, da die Objective meist für die normale Deckglasdicke bei der mittleren Tubuslänge von 160 mm adjustirt sind. Ist der Tubusauszug eingeschoben, so wird das Bild kleiner und schärfer, namentbei etwas zu dickem Deckglase; bei ausgezogenem Tubus dagegen grösser, aber weniger scharf, überhaupt merke man sich die bei Beschreibung des optischen Theiles oben ausgesprochene Regel, dass die Vergrösserungszahl eines Mikroskopes nebensächlich ist, im Vergleiche zur Deutlichkeit und Schärfe des Bildes und lasse sich von hohen Zahlen nicht imponiren.

Um die Schärfe und Deutlichkeit des Bildes leicht beurtheilen zu können, brachte man schon Ende vorigen Jahrhunderts die sogenannten Probeobjecte auf, das sind Präparate organischen Ursprunges, welche gewisse, sehr kleine Einzelheiten, als da sind Strichelchen in geringen Distanzen, Punkte von äusserst subtiler Beschaffenheit u. dgl. an sich hatten, die nur bei deutlich zeigenden, also ein gutes Auflösungsvermögen besitzenden Objectivsystemen sichtbar wurden. Anfangs nahm man als solche Probeobjecte meist die Schuppen auf den Flügeln der Schmetterlinge und Motten, später als man immer höhere Anforderungen an die Objectivsysteme stellte, kamen theils künstliche Probeobjecte — wie z. B. die später zu besprechenden Norbert'schen Probeplatten, theils die Kieselpanzer von im Schlamme lebenden mikroskopisch kleinen Algen, der sogenannten Diatomeen in Gebrauch und sind es die letzteren auch noch heute. Der

Unterschied gegen Einst und Jetzt liegt aber in Folgendem:

Einst gab es nur wenige berühmte Firmen, von denen aber einige sich dem, namentlich aus England und Italien, sowie insbesondere aus der Werkstätte des bis zum Jahre 1870 in Paris domicilirenden Hartnack ausgehende Fortschritte nicht rasch genug anschlossen, so dass sie nur wenig Systeme lieferten, die den in der wissenschaftlichen Welt schon damals wachwerdenden grösseren Ansprüchen an Auflösungsvermögen gerecht wurden. — Heute ist eine Firma einfach ganz unhaltbar, wenn selbe nicht wenigstens mittlere Systeme von 0·30 bis 0·70 nummerischer Apertur liefert; an starke Systeme aber werden gar Anforderungen gestellt, die die Apertur von 1 erreichen, ja übersteigen! Und die meisten derjenigen Firmen Mitteleuropas, welche Mikroskope für wissenschaftliche Zwecke selbst verfertigen, also nicht blos damit handeln, wagen gar kein Product aus der Hand zu geben, welches nicht die im Preiscourante verzeichnete Apertur, respective Oeffnungswinkel auch wirklich besitzen; jene Systeme mittlerer Stärke aber, welche die vorhin angegebenen Aperturen besitzen, lösen die für sie bestimmten Probeobjecte sicher auf; nur bei den für die Auflösung der schwierigsten Probeobjecte bestimmten sehr starken Systemen schwankt oft die Deutlichkeit, mit der sie die betreffenden Einzelnheiten zeigen, merklich und pflegt dann auch die Apertur, wie z. B. im Preiscourante Reichert's auf Seite 8 bei Nummer 10 und folgenden, blos approximativ, z. B. „1·28 bis 1·30", angegeben zu sein. Bei der Auswahl der starken und stärksten Systeme spielt also das Probiren mit Probeobjecten jedenfalls eine grössere Rolle als bei den mittelstarken Systemen, obgleich sie auch bei diesen wichtig genug ist. Die schwachen Systeme dagegen prüft man hauptsächlich darauf, dass sie ein recht ebenes, von Aberrationen freies und scharfes Bild geben; eine grössere Apertur kommt erst bei den Systemen von 10 Millimeter Brennweite abwärts mehr in Betracht. Wir halten es für unsere Pflicht, bevor wir auf die sogenannte praktische Erprobung des optischen Theiles mittelst Probeobjecten eingehen, unbeschadet des oben auf Seite 35 u. f. f. Gesagten, eine Revue über jene Firmen zu halten, die Mikroskope für wissenschaftliche Zwecke selbst fertigen und bemerken gleich, dass wir in der befolgten Aneinanderreihung keine Rangordnung gesehen haben wollen, ferner, dass wir nur über jene Firmen ausführlicher berichten können, von denen uns Systeme, und zwar nicht einzelne, sondern in grösserer Auswahl behufs Prüfung längere Zeit zu Gebote standen. Aus Courtoisie beginnen wir diesmal mit den ausländischen Werkstätten. Vor Allem müssen wir der altberühmten. Firma E. Hartnack, früher Hartnack und Prazmowky in Potsdam, Waisenstrasse 39 und Paris, Rue Bonaparte 1, gedenken, welche, da sie Mitte dieses Jahrhunderts zuerst dem Fortschritte rückhaltslos huldigte, sehr vielen Anklang fand und auch gegenwärtig im optischen Theil ihrer Mikroskope Hervorragendes leistet. Ein Mikroskop dieser Firma, welches ich beim Herrn Apotheker Tichácek in der Brigittenau besichtigte, stand in Bezug auf den optischen Theil auf der Höhe der Zeit; der mechanische Theil war im Verhältniss zum Preise nicht eben elegant, aber sehr solid gearbeitet. Wie bereits oben erwähnt, fertigt Hartnack schon seine mittleren Systeme mit der geradezu exorbitanten numerischen Apertur von 0·90, ja 0·95!

Bemerken muss ich, dass Hartnack zwar auch Apochromaten, aber nur solche für homogene Immersion fertigt. Dieselben sind in zwei Brennweiten von 2 mm und 1·33 mm zu haben; die numerische Apertur ist bei beiden gleich, nämlich mit 1·35 bemessen.

Wir erwähnen gleich, dass die verhältnissmässig theueren Apochromaten einerseits blos zu den subtilsten wissenschaftlichen Untersuchungen, namentlich aber für mikrophotographische Zwecke unentbehrlich, für andere Zwecke freilich recht schätzenswerth, aber durchaus entbehrlich sind.

Auch von Hartnack's Schüler, Herrn Vérick in Paris, habe ich ein Instrument lange Jahre besessen und benützt. Ich kann dasselbe als recht brauchbar bezeichnen. Ob seither die Vérick'sche Werkstätte Fortschritte gemacht hat, ist mir nicht aus eigener Wahrnehmung bekannt.

Eine der ältesten Firmen des Auslandes, Herr F. W. Schieck in Berlin, liefert, wie Dr. Otto Zacharias (eine Autorität in Bezug auf den Gebrauch des Mikroskopes, namentlich zu zoologischen Zwecken) mittheilt, anerkannt gute Instrumente von acht verschiedenen Formen. Da die Firma nichts zur Ansicht sendet und ich trotz meiner Bemühungen bei keinem meiner bekannten Mikroskopiker oder Institute ein neueres Schieck'sches Instrument sammt Systemen zu Gesicht bekommen konnte, so kann ich aus eigener Wahrnehmung über die Leistungen der Systeme dieser Firma nichts mittheilen.

Ebenfalls älteren Ursprunges ist die Werkstätte von Siegmund Merz in Mün-

chen, welche aus der in der Geschichte der Optik mit unvergänglichen Lettern verzeichneten Firma Frauenhofer hervorgegangen ist. Die Stative dieser Firma haben zwar eine etwas barocke und nicht eben praktische Form, doch habe ich mich, da der optische Theil recht fleissig und namentlich in Bezug auf Definitionsvermögen geradzu meisterhaft ausgearbeitet war, an ein derartiges grösseres Instrument bald gewöhnt und mit demselben, welches nach Abschrauben des Tubus unter Benützung eines schwächeren Systemes von 1/3" Brennweite als Präparir-Instrument zu gebrauchen war, durch einen ganzen Sommer Untersuchungen über Infusorien im Erdboden vorgenommen.

Seit länger als zehn Jahren nimmt die Firma Dr. Carl Zeiss in Jena unter den Mikroskop-Werkstätten Deutschlands eine hervorragende Stelle ein und es hiesse Wasser in die Donau tragen, wollte ich dieser Firma überflüssiges Lob spenden. Sämmtliche Fortschritte, die diese Firma, sei es in Bezug auf den optischen, sei es in Bezug auf den mechanischen Theil, gemacht hat, sind — und man darf es ihnen nicht zum Vorwurfe machen, sondern zum Verdienste anrechnen — vielfach von anderen deutschen Optikern als Muster adoptirt worden.

Mit dem Theoretiker Dr. Abbe an der Seite, in nächster Nähe der Fabrik für optische Gläser von Dr. Schott und Genossen in Jena, war es Zeiss nicht nur vorbehalten, dem Abbe'schen Beleuchtungsapparate trotz grosser Opposition seitens der deutschen conservativen Optiker allgemein zum Durchbruche zu verhelfen — womit nicht nur der Bacteriologie ein grosser Dienst geleistet wurde — sondern auch dem Systeme der Apochromasie Einführung zu verschaffen und damit einen heute noch nicht absehbaren Fortschritt in der Mikrophotographie anzubahnen. Dass auch die achromatischen Systeme dieser Firma (24 Nummern, mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnet) durchwegs ausgezeichnete Leistungen der Optik darstellen, brauche ich nicht erst zu erwähnen; freilich ist es nicht unbegründet, wenn gesagt wird, Zeiss lasse sich seinen Weltruf bezahlen, dennoch laufen bei Zeiss so viel Bestellungen ein, dass er ihnen kaum allen rechtzeitig entsprechen kann.

Uebrigens gibt es auch optische Werkstätten, in deren Leistungen sich Güte und Billigkeit vereinigen und welche die Principien der Zeiss'schen Firma anwenden.

Zu diesen gehört E. Leitz in Wetzlar, der Schwiegervater des Wiener Mikroskopikers Carl Reichert. Derselbe liefert ein treffliches Stativ mit Prisma-Schraube mit den Systemen 3, 5, 7, 9 und 2 Ocularen (Nr. 9 ist Wasserimmersion), womit bei sehr guter Auflösung und Definition Vergrösserungen bis 1000mal linear erzielbar sind, zum Preise von 200 Mark in Gold. Ueber die Immersionen des Leitz sagt Prof. L. Dippel in Darmstadt, eine der grössten Autoritäten in Sachen der Mikroskopie, „dass sie ausgezeichnet schöne Bilder organischer Objecte liefern". Auch ich selbst habe mit einem Instrumente von Leitz gearbeitet und habe es vortrefflich gefunden.

Weiters ist zu erwähnen R. Winkel in Göttingen, dessen Systeme nahezu an die Zeiss'schen heranreichen sollen, von denen mir aber keines zu Gesichte kam, daher ich auch kein Urtheil abgeben kann. Dr. Merckel lobt sie sehr.

Als eine sehr strebsame Firma muss Paul Wächter in Friedenau bei Berlin bezeichnet werden. Nicht nur, dass derselbe eigens construirte und bei recht solider Construction billige Stative für specielle Zwecke, z. B. für Untersuchung von Trichinen und für Apotheken, construirt hat, hat sich derselbe unter Benützung der Zeiss-Abbe'schen Errungenschaften allen Fortschritten der modernen Optik gegenüber empfänglich gezeigt. Er wird namentlich von dem Nestor der Pharmakologen Dr. Herrmann Hager ausserordentlich gelobt. Ich selbst habe 12 Systeme, welche Herr Paul Wächter mir zur Besichtigung vorgelegt hat, untersucht und fand dieselben alle recht brav gearbeitet; namentlich einige der schwachen Systeme waren vortrefflich und die homogene Immersion von 1/12" Brennweite war ganz vorzüglich. Die mittleren und starken Trockensysteme waren sehr gut und die ganze Arbeit eine elegante und solide.

Ich bemerke noch, dass ich bei Herrn Dr. Rainer (Eigenthümer der Apotheke in der Kärntnerstrasse und beeideter Gerichtschemiker) ein Wächter'sches Mikroskop mit umlegbarem Stativ und drehbarem Tische sah, welches ich als sehr preiswürdig und nach Aussage des Dr. Rainer, der damit arbeitet, auch sehr gut in der optischen Leistung bezeichnen muss.

Auch J. Klönne und G. Müller in Berlin sind bestrebt, gute und billige Instrumente zu liefern; dieselben liefern auch eigens für Apotheker construirte Mikroskope. Da ich aber weder ein derartiges Instrument zu Gesicht bekam, noch auch neuere Stimmen über die Leistungen dieser Werkstätte vernommen habe, so muss ich mich

eines maassgebenden Urtheiles enthalten. — Die berühmte Firma Seibert und Krafft, jetzt blos Seibert (E. Gundlach's Nachfolger) in Wetzlar, liefert nach Dippel's Urtheil Mikroskope, welche sich den besten an die Seite stellen lassen. Namentlich sind die Polarisations-Mikroskope dieser Firma mit drehbarem, in Grade getheiltem Tische sehr preiswürdig. Die Systeme stehen mit jenen von Zeiss, Winkel und Anderen fast in einer Reihe.

Damit schliessen wir die Reihe ausländischer Firmen und bemerken, dass die gegebenen Namen, wie in einem Leitfaden nicht anders möglich, durchaus nicht alle Firmen umfassen, die preiswürdige Instrumente liefern.

Die englischen und amerikanischen Firmen sind eo ipso ausgeschlossen, da wir nur wenige derselben aus eigener Wahrnehmung kennen und da ihre Instrumente — obgleich ausgezeichneter Construction — doch in Form und Ausrüstung von dem für unsere Zwecke Benöthigten allzusehr abweichen und zu theuer zu stehen kommen, da sie mit vielem Ueberflüssigen versehen, ja oft überladen sind.

Die österreichischen Mikroskop-Verfertiger.

Nachdem wir den deutschen und zum Theile den nach deutscher Art arbeitenden französischen Firmen Gerechtigkeit widerfahren liessen, gehen wir zu den uns nächstliegenden, den österreichischen Firmen, über.

Wir erwähnen gleich, dass die deutsche Concurrenz es bisher verhindert hat, dass in Oesterreich nicht wie in Deutschland, auch in der Provinz tüchtige Mikroskop-Verfertiger sich niedergelassen haben. Nicht einmal in den Universitätsstädten existiren selbstständige Mikroskop-Erzeuger und ist man diesfalls nicht nur in Cisleithanien, sondern auch in Transleithanien auf Wien angewiesen, will anders man nicht die Mikroskope aus dem Auslande beziehen.

In Wien gab es schon im Jahre 1830 eine weltberühmte Werkstätte: es war jene des Simon Plössl, aus welcher Mikroskope hervorgingen, die für die damalige Zeit einen grossen Fortschritt darstellten. Hatte man doch trotz aller Fortschritte, in der Achromasie noch in vielen Gelehrtenkreisen damals eine Abneigung gegen das zusammengesetzte Mikroskop und gebrauchte mit Vorliebe stark vergrössernde Stativ-Loupen!

Später schloss sich die Firma Simon Plössl & Cie. in Wien leider nicht sofort den Fortschritten an, die in Bezug auf Construction handlicher, nicht zu hoher Stative und stärkerer, gut auflösender Systeme aus Paris von Hartnack ausgingen und durch die bekannte Handelsfirma Lenoir und Forster, welche damals Generalvertreterin Hartnack's war, in Oesterreich raschen Eingang fanden.

Die mit den Hartnack'schen Objectivsystemen nach Oesterreich gelangten Probeobjecte, namentlich das von dem bekannten Präparator Bourgogne in Paris zuerst in Massen in die Welt verbreitete Probeobject „Pleurosigma angulatum" eine in der Nordsee und Ostsee lebende Schiffchenalge, deren Kieselpanzer bei schiefer Beleuchtung eine feine Streifung, bei stärkerer Vergrösserung eine deutliche Schraffirung und bei stärkster sechseckige Felder zeigt, wenn man sie durch ein gut auflösendes System betrachtet — liessen sich von den damaligen Plössl'schen Objectiven, so vortrefflich dieselben auch in Bezug auf Begrenzungsvermögen und namentlich Aplanasie sein mochten — nicht auflösen, während mehr weniger jedes stärkere Hartnack'sche System schon damals diese Aufgabe bewältigte.

So kam es, dass die Firma Hartnack in Paris alsbald in Oesterreich und dem Oriente, welcher damals noch in Handelsfragen an Frankreich und Oesterreich sich anhielt — eine dominirende Bedeutung erlangte und noch lange erhielt, nachdem schon die Firma S. Plössl & Co. in andere Hände übergegangen war. Dieser Uebergang erfolgte nach dem in Ausübung seiner Kunst erfolgten Tode des berühmten S. Plössl und Herr Wagner, k. k. Hofoptiker, welcher in den Besitz der Plössl'schen Anstalt gelangte, hat sich den Bedürfnissen der neueren Mikroskopie in allen Stücken alsbald angepasst. Ich selbst habe bei ihm eine Wasserimmersion versucht, welche das Prädicat „ausgezeichnet" verdient; ich habe selten eine bessere gesehen! Auch die Stative dieser Firma sind zweckentsprechend und die kleineren recht wohlfeil.

Freilich ist Herr Wagner weniger ein Specialist in gewöhnlichen Mikroskopen, sondern fertigt hauptsächlich Projectionsapparate nach Art jener, wie solche Herr Professor Stricker zur objectiven Darstellung histologischer Präparate und physiologischer sowie pathologischer Vorgänge vor einem grossen Auditorium verwendet. Immerhin sind aber von Herrn Mathäus Wagner, Inhaber der Firma Simon Plössl & Comp., sehr gute und preiswürdige Mikroskope zu beziehen. Anch der Vorstand der Wiener Optikergenossenschaft, Herr Jirasko in Wien, welcher freilich kein Specialist in Mikroskopen ist, sondern alle möglichen optischen ja auch andere physikalische Apparate in solider Ausführung verfertigt, leistete seit Jahren recht Anerkennenswerthes in der Ausführung kleinerer und mittlerer Mikroskope. Namentlich dürfte sich ein von ihm speciell für Thierärzte hergestelltes Stativ, ausgestattet mit einem schwächeren und einem stärkeren Systeme, welches ich vor einiger Zeit bei ihm sah, recht gut für den Zweck eignen, den die neueste Ausgabe der Pharmacopoea Austriaca im Auge hat; die Jirasko'sche Werkstätte gehört zu den ältesten in Wien, die noch heute bestehen.

Ebenfalls eine ältere Firma, welche früher Mikroskope fertigte, ist die Firma Carl Fritsch, VI., Gumpendorferstrasse; diese befasst sich aber nicht mit dem Vertrieb von Mikroskopen, sondern fertigt hauptsächlich Fernrohre; wohl aber sind in dem Etablissement eines Sprösslings der obigen Firma, beim k. k. Hof- und Universitäts-Optiker Franz Fritsch vis-à-vis dem Krankenhause in der Alserstrasse recht gute Mikroskope zu haben und zwar auch solche grösster Gattung.

Eine neuere und doch sozusagen altberühmte Firma ist die von uns so oft genannte Firma Carl Reichert.

Schon im ersten Jahre seiner Etablirung, 1878, erhielt Reichert, der sich gleich seinem Schwiegervater Leitz in Wetzlar in Form und Leistung frühzeitig an die damals erste Firma Hartnack angeschlossen hatte, auf der Weltausstellung in Paris die goldene Medaille.

Seither ist Carl Reichert stets dem Fortschritte treu geblieben und hat sich neuerdings dadurch, dass er die Zeiss'schen Errungenschaften, namentlich die Apochromasie, benützte — ein grosses Verdienst um die österreichischen Mikroskopiker erworben. Man erhält bei Reichert complete, in ihrer Art mustergiltige Instrumente von 27 fl. bis 1000 fl. ö. W.

Eine noch neuere Firma ist jenes von uns ebenfalls oft erwähntes optische Institut L. Merker & F. Ebeling in Hernals bei Wien.

Nicht nur dass diese Firma namentlich die Bedürfnisse der mit nicht allzureichlichen Geldmitteln ausgerüsteten Privatpersonen und Institute in thunlichstem Maasse berücksichtiget, ist dieselbe ausserdem bestrebt, die neuesten Fortschritte der Optik in nutzbringender und dabei möglichst wohlfeiler Weise auszunützen.

Wir können unserem früheren Lobe über die beiden letztgenannten, im wahren Sinne des Wortes modernen Wiener Etablissements, nur hinzufügen, dass wir deren Objective und Stative nach allen Richtungen hin geprüft haben und selten etwas auszustellen gefunden haben.

Wir bemerken noch, dass Carl Reichert sowohl, als Merker & Ebeling in der land- und forstwirthschaftlichen Ausstellung unweit von einander in der Abtheilung des niederösterreichischen Landes-Ausschusses eine Mustercollection ihrer Erzeugnisse in zwei Vitrinen exponirt haben. Nicht umhin kann ich zu erwähen, dass sich in Wien ein lebhafter Antiquarhandel mit gebrauchten Mikroskopen ausgebildet hat, dessen Hauptsitz die Geschäfte eines sicheren Leon Pines Optiker IX., Währingeratrasse 75 und Thomas Kainz Optiker IX., Sensengasse 8 sind; doch kann daselbst nur ein Kenner hie und da einen guten Kauf machen, da der Händler für die Systeme, die er selbst kauft, nicht immer garantiren kann.

Freuen wir uns als Oesterreicher, dass die österreichische wissenschaftliche Welt sich vom Auslande soweit emancipirt hat und im eingenen Lande so treffliche Waffen der Wissenschaft zu Gebote stehen!

Frei von allem Chauvinismus und durchaus unparteiisch in der Beurtheilung, konnten wir dennoch nicht umhin, unseren inländischen Erzeugnissen in dieser ganzen Publication eine regere Beachtung zu schenken und geschah dies hauptsächlich aus Rücksicht für die Mehrheit unserer Leser, die sich ja aus Oesterreich recrutirt. Uud nun noch ein kleines Schlusswort zu diesem Capitel:

Die Darstellung der verlässlichsten Firmen ist in jeder Arbeit über das Mikroskop unerlässlich und findet sich seit dem classischen Werke Harting's in fast jeder Abhandlung über den Gebrauch des Mikroskopes. Will man mikroskopiren, so muss man ein gutes Mikroskop haben, will man ein gutes Mikroskop haben, so muss man, da wohl füglich die wenigsten der Leser sich eines selbst werden anfertigen können

— Quellen wissen, wo man eines bekommt.

Dass man sich unter den an einer solchen Quelle erhältlichen, dasjenige aussuchen wird, welches Systeme besitzt, die die relativ reinsten und deutlichsten Bilder erzeugen, versteht sich von selbst.

Zu diesem Zwecke muss man eben die Objective prüfen. Nachdem wir oben eine Anleitung gegeben haben, wie man die Stative auf ihr Centrirungsvermögen prüft, werden wir im Folgenden darzustellen trachten, wie man den optischen Theil, d. h. Objective und die mit ihnen verbundenen Oculare qualitativ, d. h. ohne Zuhilfenahme von bestimmten Zahlen auf ihre Leistungsfähigkeit prüft. Die quantitative Prüfung erfolgt mit den Nobertschen Platten und dem Apertometer, die qualitative, mittelst der bereits oft erwähnten Probeobjecte.

So wie man bei der chemischen qualitativen Prüfung einer Substanz mitunter deren Gehalt an verschiedenen Elementen approximativ abschätzen kann, so kann man mittelst der qualitativen Leistungsbeurtheilung des optischen Vermögens der Mikroskope eine Schätzung des optischen Vermögens in Zahlen verbinden.

Die qualitative Prüfung eines Mikroskopes in Bezug auf dessen optischen Theil.

Um den optischen Theil eines Mikroskopes qualitativ zu untersuchen, betrachtet man zunächst die Ocularlinsen, ob dieselben keine Striche oder Schlieren, Ritzen und dergl. äusserlich aufweisen. Dazu kann man sich zweckmässig einer Lupe bedienen. Auch ist es gut, die stärkeren Oculare mit der Collectivlinse an das Auge anzuhalten und dann eine Nadelspitze oder dergleichen, die man vor dem Ocularglase näher und weiter rückt, bis man dieselbe am deutlichsten sieht. Ein gutes stärkeres Ocular muss in dieser Lage wie eine gute Doppel-Lupe wirken und muss daher die Nadelspitze vergrössert, aber möglichst wenig verzerrt erscheinen. Hat man das Ocular oder vielmehr die Oculare des Mikroskopes auf diese Art probirt, so schraubt man an den Tubus das schwächste System an, entfernt alle Blenden, resp. gibt bei Drehscheibenblenden der Scheibe jene Lage, bei welcher die grösste Blendöffnung unter die Lichtöffnung der Tischplatte zu stehen kommt und stellt nun das Mikroskop auf drei Fuss von einem nicht von der Sonne beschienenen Fenster auf oder in ebensolche Distanz von einer hellbrennenden, mit gleichmässig matt geschliffener Glaskugel versehenen Petroleumlampe auf. Während man nun durch das Objectiv, welches man mittelst der groben Einstellung und die beiläufige Brennweitendistanz vom Objecttische stellt, welche man ja meistens, sei es aus dem Preiscourant, sei es durch mündliche Mittheilung des Verkäufers erfahren kann, schiebt man den Spiegel so lange hin und her, bis man das kreisrunde Gesichtsfeld möglichst hell und gleichmässig erleuchtet sieht und dabei doch der Spiegelarm senkrecht auf der Objecttischebene steht. Man nennt eine solche Beleuchtung eine centrische, im Gegensatze zur excentrischen oder schiefen, von der wir bald hören werden. Nun achtet man darauf, dass das Gesichtsfeld eine scharfe, farbenfreie Begrenzung hat. Hat das Instrument ausziehbaren Tubus, so schiebt man diesen ganz ein und sieht durch das Ocular; es muss der Rand des Gesichtsfeldes ebenso kreisrund und scharf sein wie früher, obgleich es etwas kleiner erscheint; zieht man den Tubus aus, muss das Gesichtsfeld scheinbar grösser werden, aber dennoch kreisrund und scharf abgegrenzt bleiben. Nun nimmt man eine Glasplatte, wie sie zur Aufnahme von mikroskopischen Präparaten dient, d. h. einen sogenannten Objectträger und beschmutzt dessen Oberfläche leicht mit dem Finger, indem man mit demselben über die Fläche der Glasplatte hinüberfährt. Bei ebenem Gesichtsfelde und gutem Definitionsvermögen muss diese dünne Schmutzschichte, welche aus feinen Pünktchen und Streifen zusammengesetzt erscheint, sich in allen Theilen gleich deutlich zeigen, ohne dass man die feine Einstellung zu ändern braucht, nachdem man dieses Object in ähnlicher Weise wie auf Seite 39 linke Spalte bezüglich der Einstellung auf die Blendöffnung angedeutet wurde, scharf eingestellt hat. Bei stärkeren Vergrösserungen muss man dabei die Schmutzschichte mit einem Deckelgase bedecken. Was ein Deckglas ist und wie es wirkt, wurde bei Ab-

handlung der Objectivsysteme bereits angedeutet; ich erwähne hier nur, dass Objectträger und Deckgläser, sowie auch Probeobjecte jedem completen Mikroskope beigegeben zu sein pflegen.

Kann man noch selbst mit dem Einstellen nicht umgehen, lasse man sich vom Verkäufer einstellen und probirt dann durch Hin- und Herdrehen der Mikrometerschraube ein recht scharfes Bild zu erhalten; dabei hüte man sich, zu rasch den Tubus zu senken, da man dabei leicht das Deckglas zerdrückt.

Bei starken Objectivsystemen prüft man die Definitionskraft meist gleichzeitig mit deren Auflösungsvermögen; eine separate Prüfung der Definitionskraft der stärkeren Systeme wird meist nicht vorgenommen, empfiehlt sich aber doch. Ich bediene mich zu derselben der Haare einer Fledermaus am besten der sogenannten Hufeisennase.

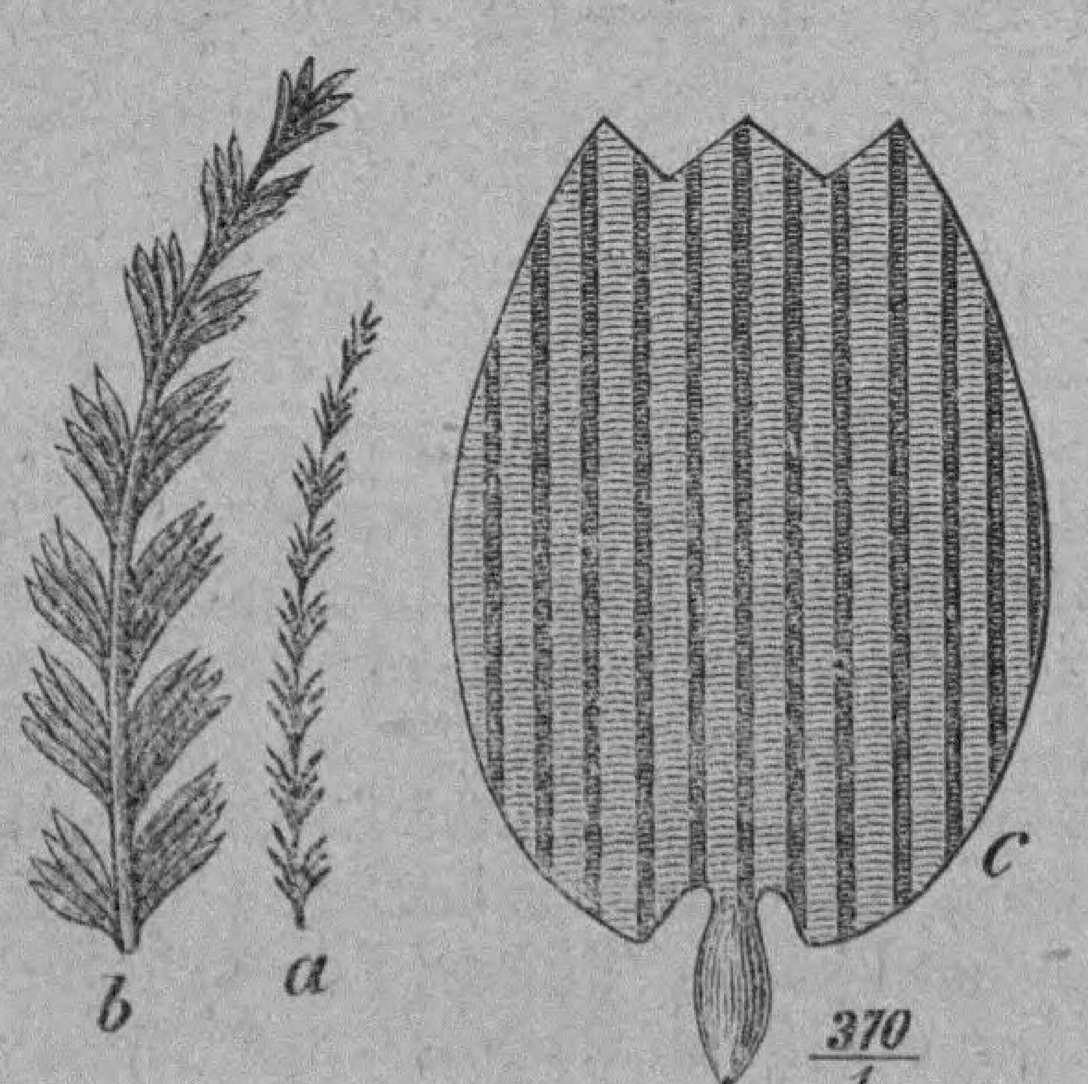


Fig. 28.

Diese Haare zeigen sich bei schwächerer Vergrösserung wie Fig. 28 *a* zeigt. Bei stärkerer und sehr gutem Definitionsvermögen geben dieselben ein Bild wie bei *b*; ist das Definitions- und Auflösungsvermögen gut vereinigt, so zeigt sich das Mark dieser Haare, welches die grannenartigen Hervorragungen dunkel gestreift erscheinen lässt, in lauter scharf von einander getrennten Pünktchen abgelagert, so dass jeder Grannenstreifen in eine Reihe Punkte aufgelöst erscheint. Die Deutlichkeit wächst hier mit Anwendung stärkerer Oculare bis zu einer gewissen Grenze, das heisst die sogenannte Formerkennbarkeit wird gesteigert, wenn die Oculare gut sind — wenn auch das Objectiv dasselbe bleibt.

Bei guter Tiefenwirkung werden die im Kreis gleich den Grannen einer Aehre um die Axe des Haares herumstehenden Markstrahlen auch auf der entgegengesetzten Seite, das heisst jener, die dem Spiegel zugekehrt ist, ohne wesentliche Einstellungsänderung gleichzeitig mit den anderen scharf gezeichnet hervortreten. Ein Mikroskop, welches gut begrenzt und ein gutes eigentliches Penetrationsvermögen besitzt (nicht zu verwechseln mit dem von sehr vielen Mikroskopikern nach englischem Vorgange „penetrating power" genannten Auflösungsvermögen) zeigt die Bilder alle wie gestochen. Dass dabei keine farbigen Ränder sich zeigen dürfen, höchstens bei sehr starkem Lichte leichte Säume (welche bei den Apochromaten ganz beseitigt zu sein scheinen), haben wir schon oben, bei Erörterung der Aberrationen, besprochen. Nicht verwechselt werden dürfen mit Farbensäumen auch die Interferenzfarben, welche bei zarten Gittern, bei Büscheln und dergleichen und schiefer Beleuchtung manchmal zur Ansicht kommen, aber bei Aenderung der schiefen Beleuchtung in eine centrale sofort verschwinden.

Zur Prüfung der Tiefenwirkung und Begrenzung und der damit zusammenhängenden Achromasie und Apochromasie eignen sich selbstredend viele Objecte organischen Ursprunges, so namentlich die Querschnitte von Nadelhölzern mit den Tüpfelzellen und dergleichen; die Erörterung dieser Objecte würde aber für einen Leitfaden zu weitwendig sein.

Das Auflösungsvermögen, welches, wie oben wiederholt erörtert wurde, mit der Apertur zusammenhängt, wird praktisch durch die Besichtigung gewisser, traditionell zu diesem Zwecke bereits vielfach erprobter Objecte, der sogenannten Probeobjecte, auch Testobjecte (testimonium, das Zeugniss) geprüft.

Diese Prüfung erfordert freilich eine gewisse Fertigkeit im Einstellen, die der Anfänger selten hat, sich aber gerade beim Studium der Probeobjecte leicht aneignen kann, da der Verkäufer, der in der Regel in der Einstellung sehr geübt ist, ihm die Handgriffe sozusagen vormacht. Regel ist, dass beim Einstellen überhaupt und namentlich bei Prüfung eines Mikroskopes — diese Schraube beständig zwischen den Fingern spielen muss. Dr. Zacharias sagt darüber sehr schön: „ . . . sie ist sozusagen das Organ, mit dem wir den zu untersuchenden Gegenstand in allen seinen verschiedenen Theilen unserer Anschauung nahe bringen. Das Sehen „„mit fühlender Hand"", von dem Goethe in einer seiner römischen Elegien spricht, hat seinen guten Sinn auch für den vorliegenden Fall."

Als Testobjecte sind viele organische Objecte, namentlich Schuppen von den Flügeln der Schmetterlinge und die ausgeglühten Kieselpanzer verschiedener mikro-

skopischer Algen (Diatomeen) in Gebrauch gekommen.

Hier wollen wir nur die gebräuchlichsten anführen und bemerken gleich, dass sich die Bilder derselben, die man im Mikroskope sieht, im Holzschnitte blos andeuten, nicht aber getreu wiedergeben lassen und bitte diesbezüglich die Leser um weitgehendste Nachsicht. Bei Prüfung der folgenden Testobjecte verfährt man wie oben bei Besichtigung der Fledermaushaare — die auch sozusagen ein Testobject sind — angegeben wurde, nur muss man einige Modificationen an der Beleuchtung vornehmen. Und nun zur Sache.

Hugo von Mohl, eine berühmte Autorität in der Mikrographie, empfahl im Jahre 1846 die lichter gefärbten Schuppen auf den Vorderflügeln des Weibchens von Hipparchia Janira als Testobject. Man betrachtet dasselbe bei centrischer Beleuchtung und nimmt zweckmässig eine mittelgrosse Blendöffnung vor die Lichtöffnung des Objecttisches, je nachdem eben die Beleuchtung schwächer oder stärker ist und man Alles deutlich sieht, ohne dass das Auge geblendet und ermüdet wird.

Fig. 28 *c* zeigt eine solche Schmetterlingsschuppe von Hipparchia Janira in 370-facher Linearvergrösserung. Ausser den schon bei schwachem Auflösungsvermögen sichtbaren, kräftigen Längsstrichen müssen an diesen Schüppchen noch feine, auf den Strichen senkrecht stehende, also in der Zeichnung horizontale Querlinien sich zeigen. Unsere heutigen mittleren Systeme lösen bei 200maliger Vergrösserung diese Aufgabe spielend, obgleich diese Querlinien blos einen Abstand von $^1/_{1200}$ mm haben, während zu Hugo von Mohl's Zeit ein gutes Instrument erst bei 300maliger Vergrösserung diese Aufgabe löste. Man kann also sagen: Ein System Nr. 4 mit Ocular 12 (Reichert), welches 200mal vergrössert und spielend die Schuppen von Hipparchia Janira auflöst, hat ein Auflösungsvermögen von $^1/_{1200}$ mm, das heisst es lässt Zwischenräume von $^1/_{1200}$ mm leicht erkennen; insoferne hat man also, wie oben erwähnt, durch die qualitative Prüfung bekannter Objecte ein annähernd richtiges Maass für die quantitative Leistung. Man sieht also schon hier, dass das heutige Objectiv bei 200maliger Vergrösserung mehr leistet als ein Objectiv von 300maliger Vergrösserug aus der Mitte dieses Jahrhundertes und es ergibt sich aus Vorgesagtem schon der Satz, dass ein Objectivsystem desto besser ist, bei je geringerer Vergrösserung es eine gegebene Aufgabe, z. B. das Auflösen eines Testobjectes bewerkstelligt. Es verhält sich also nach dem Gesagten ein System aus Mohl's Zeit zu einem modernen umgekehrt wie $^{300}/_{1200} : ^{200}/_{1200}$ oder 3 : 2, welches Verhältniss nichts ist, als der mathematische Ausdruck für obigen Satz, und welcher in umgekehrter Form, nämlich 2 : 3, das Verhältniss der Leistungsfähigkeit eines älteren Systems zu dem erwähnten modernen angibt.

Ausser den Schuppen von Hipparchia Janira hat man solche von Pieris brassica, Podura plumbea, Macroglossa stellatarum, Lepisma sachar. und anderen Insecten verwendet, doch sind namentlich für die stärkeren Systeme alle als zu leicht auflösbar ausser Gebrauch gekommen und man verwendet meist die obenerwähnten Kieselpanzer der Diatomeen am besten trocken, d. h. ohne Einschlussmittel (davon später), eingelegt als taugliche Testobjecte. Das gebräuchlichste ist Pleurosigma angulatum, wovon es zwei Spielarten, eine etwas leichter auflösliche aus der Nordsee und eine etwas schwerer lösliche mehr scharfkantig rautenförmige aus der Ostsee gibt.

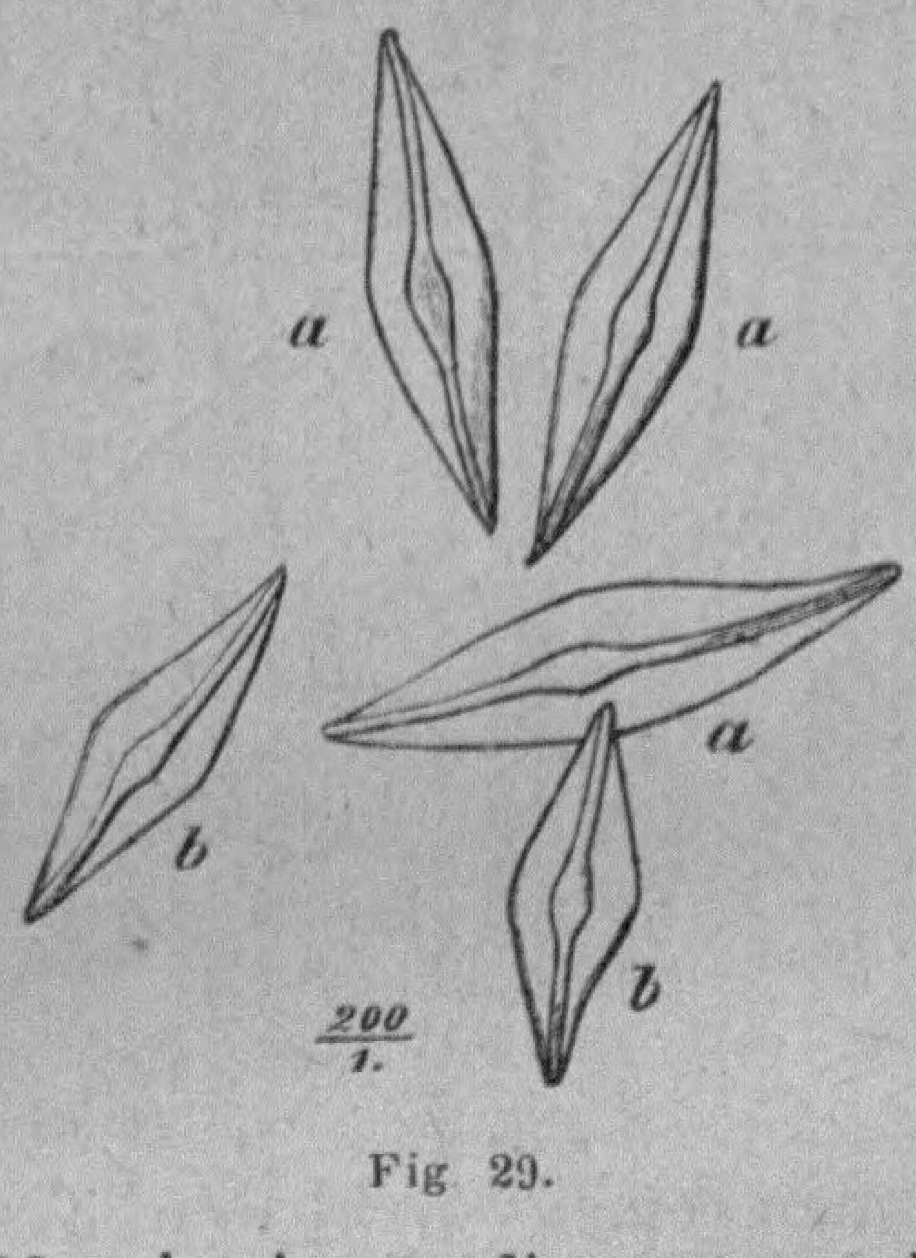


Fig 29.

Fig. 29 zeigt in *a* die erstere, in *b* die letztere Form, beide 200mal vergrössert. Die erstere findet sich meist auf den Präparaten von Bourgogne in Paris, die letztere bisweilen auf jenen von Moeller in Wedel (Holstein) und Boecker in Wetzlar in Deutschland. Pleurosigma angulatum muss, wenn gut und rein präparirt, schon bei Betrachtung mit freiem Auge am Präparate einen herrlichen bläulichen oder gelblichen Schillerglanz zeigen, wenn man es am auffallenden Lichte hin und her wendet und schief darauf hinsieht, ein Farbenglanz, der von eigenthümlicher Lichtbrechung und Interferenzerscheinungen an den äusserst fein geriefelten Oberflächen der Kieselpanzer herrühren dürfte, sich unter den Mikroskope bei schwächeren Vergrösserungen und sehr schiefer Beleuchtung, welche, von der Front-

linse des Objectivs reflectirt, fast wie auffallendes Licht wirkt, ebenfalls zeigt und ja nicht auf Rechnung mangelhafter Achromasie des benützten Systems gestellt werden soll. Diese schiefe Beleuchtung, welche durch excentrische Stellung des Spiegels (Hohlspiegels) an dem drehbaren Arme desselben bewirkt wird, ist nöthig, um schwächere Systeme zu probiren.

Bei 200maliger Vergrösserung und centrischem Lichte, etwa unter Zuhilfenahme einer Blende, sieht man nichts als die Umrisse und die Mittelrippe, wie in Fig. 29.

Bei sehr excentrischer Stellung des Spiegels und gutem Lichte sieht man zuerst die erwähnte schillernde Färbung, welche bei etwas ermässigter Excentricität der Spiegelstellung eine leichte Streifung erkennen lässt, wie Fig. 30 schematisch andeutet.

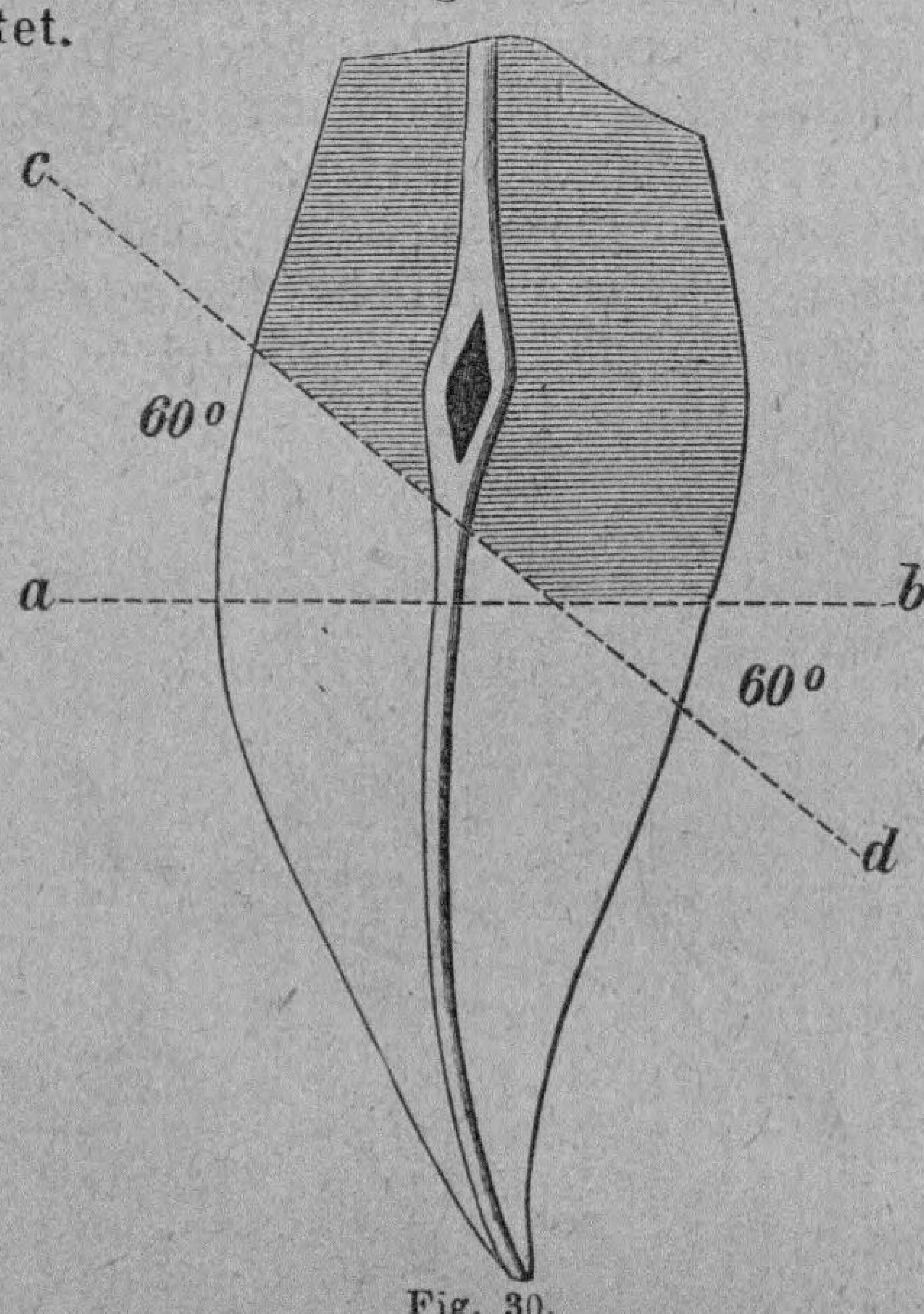


Fig. 30.

Hat man einen drehbaren Tisch am Stative und dreht denselben, so sieht man einmal die Schraffirung in der Richtung *c d*, dann eine solche in der Richtung *a b* auftauchen. Sieht man genauer zu, oder erhöht die Formerkennbarkeit durch ein stärkeres Ocular, so kreuzen sich scheinbar die Linsen systeme *a b* und *c d* unter Winkeln von 60 Graden und es scheint der Kieselpanzer

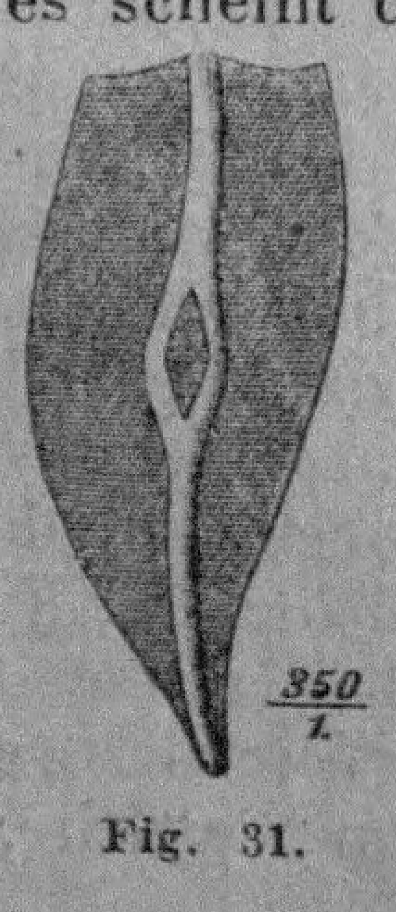


Fig. 31.

mit Rauten bedeckt zu sein, wie Fig. 31 bei 350maliger Vergrösserung zeigt. Bei noch stärkerer Vergrösserung, z. B. Reichert's, Merker & Ebeling's oder Wächter's Nr. 7 mit einem stärkeren Ocular (etwa 4 oder 5) sieht man kleine, schwarze Sechseckchen, die aus den bisher gesehenen, dicker erscheinenden Liniensystemen und neu hinzugekommenen zarteren gebildet werden. Mit den stärksten Compensationsocularen stellt sich dann das Bild dar wie Fig. 32. Aber

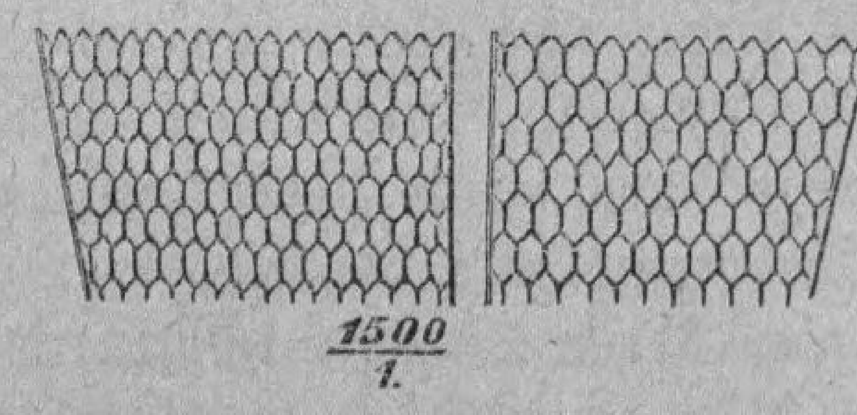


Fig. 32

schon schwächere Oculare, combinirt mit starken Immersionssystemen, zeigen ein Bild wie Fig. 32 und zwar wenn man von der schiefen Beleuchtung zur centrischen übergeht, insoferne in anderer Weise, dass die bisher schwarzen Contouren sich in lichte, sechseckige Umwallungen verwandeln, die bei den stärksten Systeme z. B. homogene Immersion $^1/_{20}$″ (Apochromat $^1/_{15}$″) und Compensationsocular 12 (Reichert) ähnlich dem Holzschnitte Fig. 33 sich darstellen.

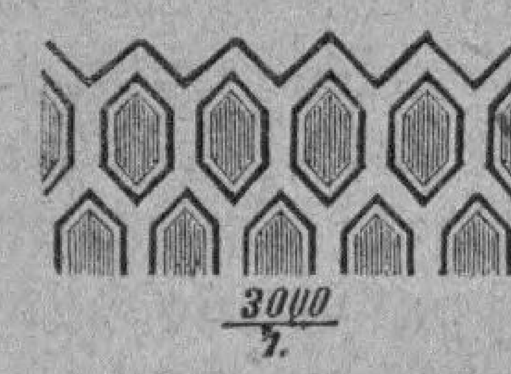


Fig. 33.

Doch ist Pleurosigma angulatum für so starke Systeme zu massig und relativ leicht aufzulösen. Schwieriger ist die Surirella gemma benannte Diatomee, namentlich in trockenem Zustande auflösbar, welche Fig. 34

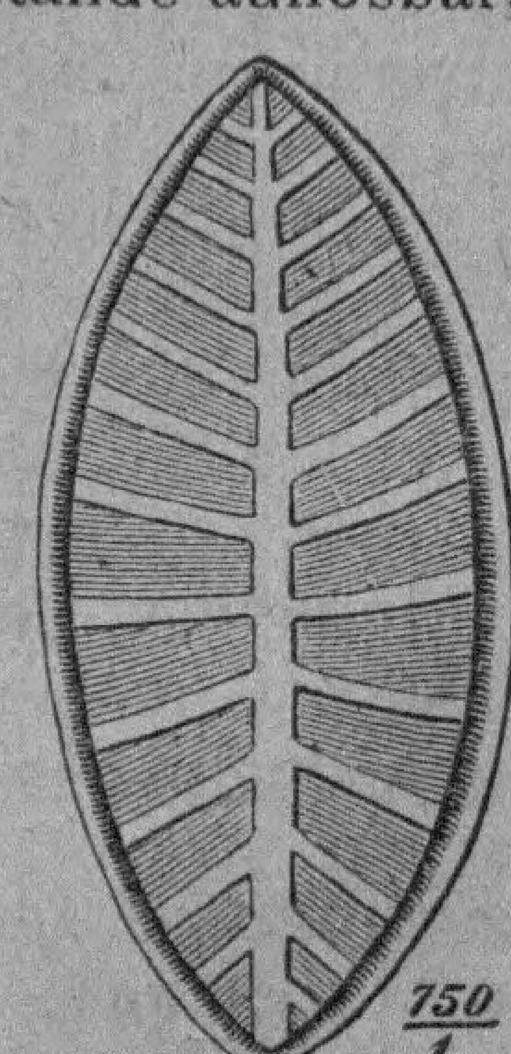


Fig. 34

bei 750maliger Vergrösserung einer Immersion und eines schwachen Oculares zeigt. Sieht man sie von der Fläche an, so zeigt sie eine grosse Anzahl zu einer Mittellinie führender Querleisten und zwischen denselben wieder sehr feine, aber scharf gezeichnete Querlinien.

Ein sehr gutes homogenes Immersionssystem muss nun bei schiefer Beleuchtung schon mit schwächeren Ocularen Linien zeigen, welche etwas wellenförmig verlaufend — senkrecht (parallel mit der Längsrippe) mit den Querlinien sich kreuzen und so quasi das Bild eines Korbgeflechtes bieten, wie

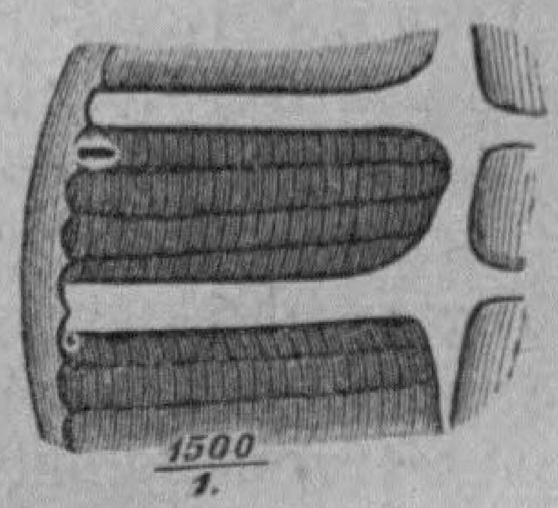


Fig. 35.

Fig. 35 andeutet. Bei Anwendung günstigster Beleuchtung und stärkster Compensations-Oculare gelingt es, dieses Korbgeflecht in ein System in die Länge gezogener Feldchen, von denen 3200 erst auf den Raum eines Millimeters gehen, wie Fig. 36 zeigt, aufzulösen und damit ist die Grenze der Auflösungskraft des Systemes und des Formerkennbarkeitsvermögens des Oculares fast erreicht. Nur sehr theuere homogene Immersionen mit trefflichen Compensations-Ocularen lösen diese Aufgabe. Doch kann man mit einem Mikroskope sehr zufrieden sein, wenn es mit seinem stärksten Systeme und Oculare bei

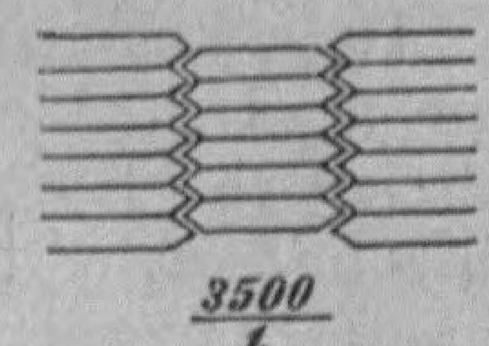


Fig. 36.

centrischer Beleuchtung das Pleurosigma angulatum so zeigt, wie unsere Figuren 32 und 33; es reicht dann für alle, für Apotheker, Aerzte und Chemiker im Auge zu habenden Zwecke vollkommen aus; ja für die allermeisten Zwecke genügt vollkommen ein Instrument, welches mit dem stärksten Objective und Oculare vom Pleurosigma angulatum ein Bild gibt, wie Fig. 32.

Reinigung, Pflege und Aufstellung eines Mikroskopes.

Wir haben in den vorstehenden Abhandlungen die Prüfung der Mikroskope besprochen und damit den descriptiven Theil beendet. Wir kommen nun auf die eigentliche Technik des Mikroskopes, nämlich dessen Gebrauch zu sprechen.

Jene Nebenapparate und Hilfsmittel, die wir im descriptiven Theile nicht erörtert haben, als da sind: Messapparate, Polarisations-Vorrichtungen und Einrichtungen zur Spectral-Analyse, Elektrolyse und sowie zur graduell bestimmten Anwendung von Wärme, wollen wir, um Wiederholungen zu vermeiden, bei Besprechung des Gebrauches des Mikroskopes an geeigneter Stelle einschalten.

Hier kommt, da wir nun voraussetzen, dass der geehrte Leser bereits ein Mikroskop besitzt, zuerst dessen Aufstellung und Pflege zu erörtern.

Man stelle das Mikroskop jedenfalls für beständig unter einen Glassturz, wi man solche in Wien bei Weinzierl's Nachfolger R. Siebert und ebenso bei Glasermeister Tichy, beide in der Alserstrasse, in allen Grössen käuflich bekommt, auf inem bei einem nach Norden, nach Nordosten oder Nordwesten gehenden Fenster auf recht niedrigem, aber nicht zu kleinem Tische stabil auf. Das Liegen, ja selbst das Aufrechtstehen in seinem Kasten ist durch das Herausnehmen und wieder Hineinlegen für das Instrument schädlich und schliessen überdies solche Kästen selten hinreichend staubdicht, ja die Sammteinlagen in den Kästen sind bei aller Sorgfalt wahre Staubbehälter. Der Staub aber ist ein gar arger Feind aller mikroskopischen Arbeiten. Will man das Mikroskop gebrauchen, so hebt man einfach den Sturz ab und stellt ihn zur Seite, um ihn, sowie man das Mikroskopiren unterbricht sofort wieder auf das Instrument, welches dabei mit Objectiven, Nebenapparaten u. s. w. versehen bleiben kann, zu stülpen.

In einem kalten Zimmer laufen die Gläser des Instrumentes beim Nahen eines Menschen an und müssen dann wiederholt mit Rehleder oder in Ermangelung dessen mit staubfreier, weichgewaschener Leinwand abgerieben werden.

Gewisse Verunreinigungen des Mikroskopes lassen sich bei aller Vorsicht nicht vermeiden. Staub entfernt man aus dem Stativ mit einem grösseren Haarpinsel, zieht aber denselben stets in der Richtung über die lackirten Theile, in der beim Lackiren der Pinselstrich gerichtet war. Gläser und Spiegel werden unter beständigem Blasen zuerst mit einem feinen Malerpinsel abgestäubt und falls noch Schmutz daran haftet, dieser mit Leinwand, nöthigenfalls

unter Anwendung von verdünntem (50%) Spiritus weggewischt. Fallenlassen, Stösse, namentlich aber Zerkratzen durch Schmirgel, Streusand u. dgl. ist natürlich ängstlich zu vermeiden. Von Orten, wo Säuredämpfe, namentlich aber Schwefelwasserstoff auf das Instrument einwirken könnten, ist dasselbe fern zu halten. Auch sogenannte Laboratoriummikroskope sind heikle Instrumente und sollen möglichst von Räumen, in denen wirkliche chemische Arbeiten grösseren Umfanges vorgenommen werden, ferngehalten werden.

Wo dies aber nicht möglich ist, da muss dann das Mikroskop auf eine von mir

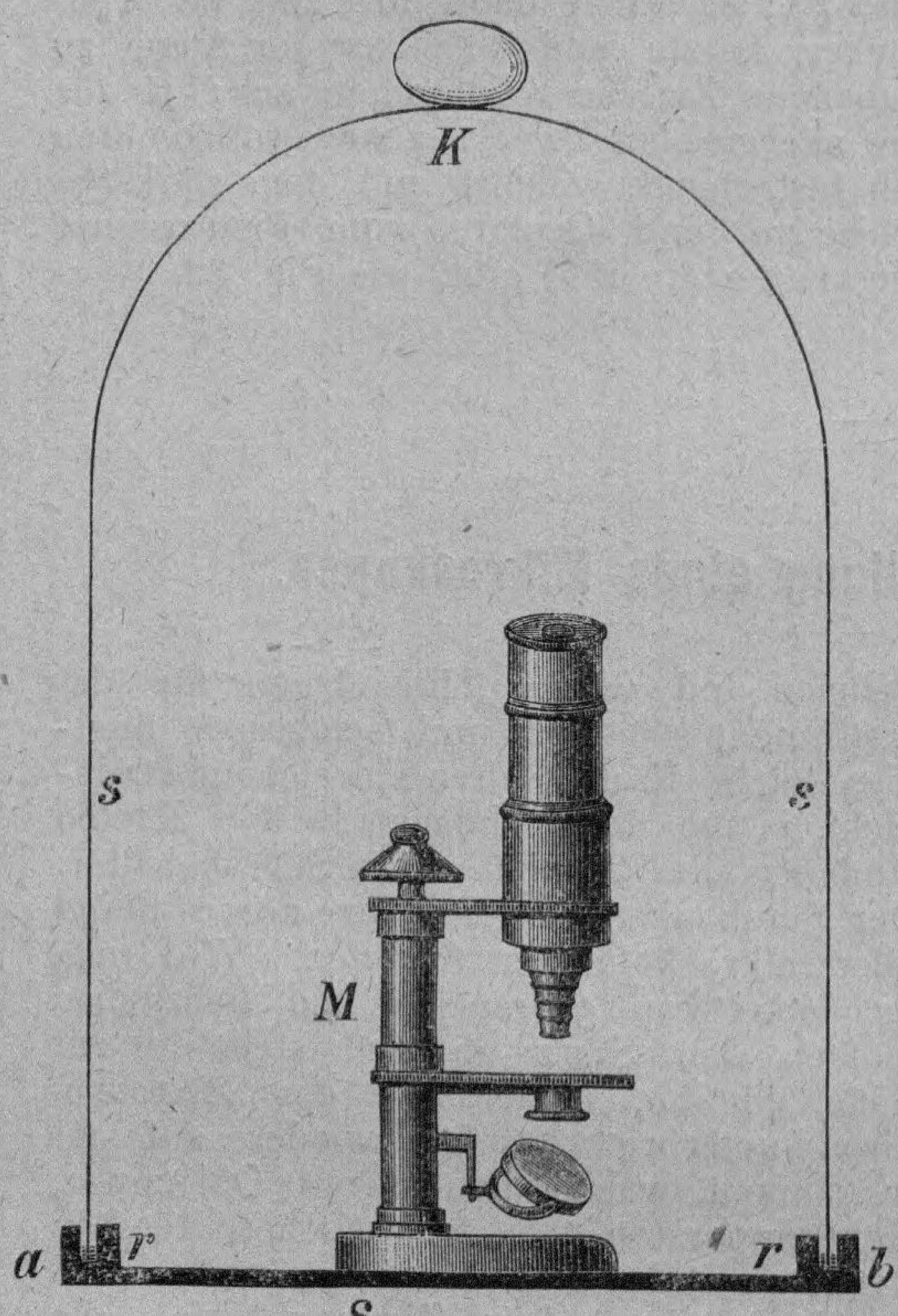


Fig. 37.

ersonnene Art und Weise, die freilich nur als Aushilfsmittel dient, geschützt werden. Fig. 37 zeigt die Vorrichtung. *S* ist eine Schüssel aus starkem, gut lackirtem Zinkblech, deren Durchmesser am besten 35 bis 45 cm betragen soll. Der vertical-cylindrische Rand der Schüssel *a b* ist doppelt und ist circa 1½ cm hoch. In die Rinne, die durch den doppelten Rand gebildet wird, giesst man ½ cm hoch Glycerin und stellt in die trockene Mitte der Schüssel das Mikroskop *M* und bedeckt mit einem passenden Glassturz *s s* in der in der Zeichnung angedeuteten Weise. *K* ist der Knopf des Glassturzes. Es leuchtet ein, dass das zwischen *r* und *a* und *r* und *b* befindliche Glycerin einen hermetischen Abschluss nicht nur gegen Staub, sondern auch gegen Laboratoriumsgase bildet. Dass diese Vorrichtung auch in den Tisch, welcher zur Aufnahme des Mikroskopes bestimmt ist, eingelassen werden kann und die Vorrichtung dadurch, dass die Ränder *a r* und *b r* in gleiches Niveau mit der Tischebene fallen, noch praktischer ist, leuchtet von selbst ein. Ebenso, dass man alle Utensilien als Objectträger, Deckgläser u. dgl. passend in die Lade oder besser die Laden des Arbeitstisches unterbringt, leuchtet von selbst ein.

Ueber weitere Einrichtungen am Arbeitstische, die allerdings nicht nothwendig, aber nützlich sind, werden wir bei Besprechung der Anfertigung schwierigerer mikroskopischer Präparate noch reden. Hier sei nur gesagt, dass die Laden eines für das Mikroskopiren bestimmten Tisches leicht und sicher gehen sollen, dass der Tisch am besten mit Asphaltlack schwarz lackirt sein soll, da er dann auf ihm liegenden Staub, aber auch auf ihm liegende Deckgläser leicht erkennen, sich leicht waschen und wenn er mit Terpentin und dergleichen verunreinigt und dadurch am Lacküberzug beschädigt worden sein sollte, vom Mikroskopiker selbst, der, wie später erörtert werden wird — meist Asphaltlack zur Hand haben dürfte — leicht ausgebessert werden kann. Dass die Füsse des Tisches um circa 4—6 cm kürzer sein sollen, als die eines anderen Tisches, ergibt sich aus dem Vortheile, den ein bequemes, sitzendes Arbeiten an einem, auf einem so niederen Tische stehenden Mikroskope gewährt. Hat der Tisch eine niedere Galerie, an die man Flaschen mit den zum Mikroskopiren nöthigsten Flüssigkeiten, zum Beispiel Canadabalsam, Glycerin, Spiritus, Terpentingeist, destillirtes Wasser, Nelkenöl und dergleichen aufstellen kann, so dass man sie gleich bei der Hand hat, dann um so besser!

Um am Abend arbeiten zu können, müssen die Fenster des Arbeitszimmers mit dunklen, respective undurchsichtigen Jalousien oder Vorhängen versehen und am Tische Platz für eine Lampe sein. Als solche kann eine niedere, mit rundum anschliessender matter Glaskugel versehene Petroleumlampe oder ein ebenso verhüllbarer Gas- oder elektrischer Brenner dienen; doch hat man mehr weniger theuere, eigens für Mikroskopie bestimmte Lampen, meist mit bläulichen Gläsern — um die rothen Strahlen des künstlichen Lichtes zu paralysiren — construirt. Solche Lampen können in guter Ausführung von jeder grösseren Mikroskop-Firma bezogen werden. Eine originelle

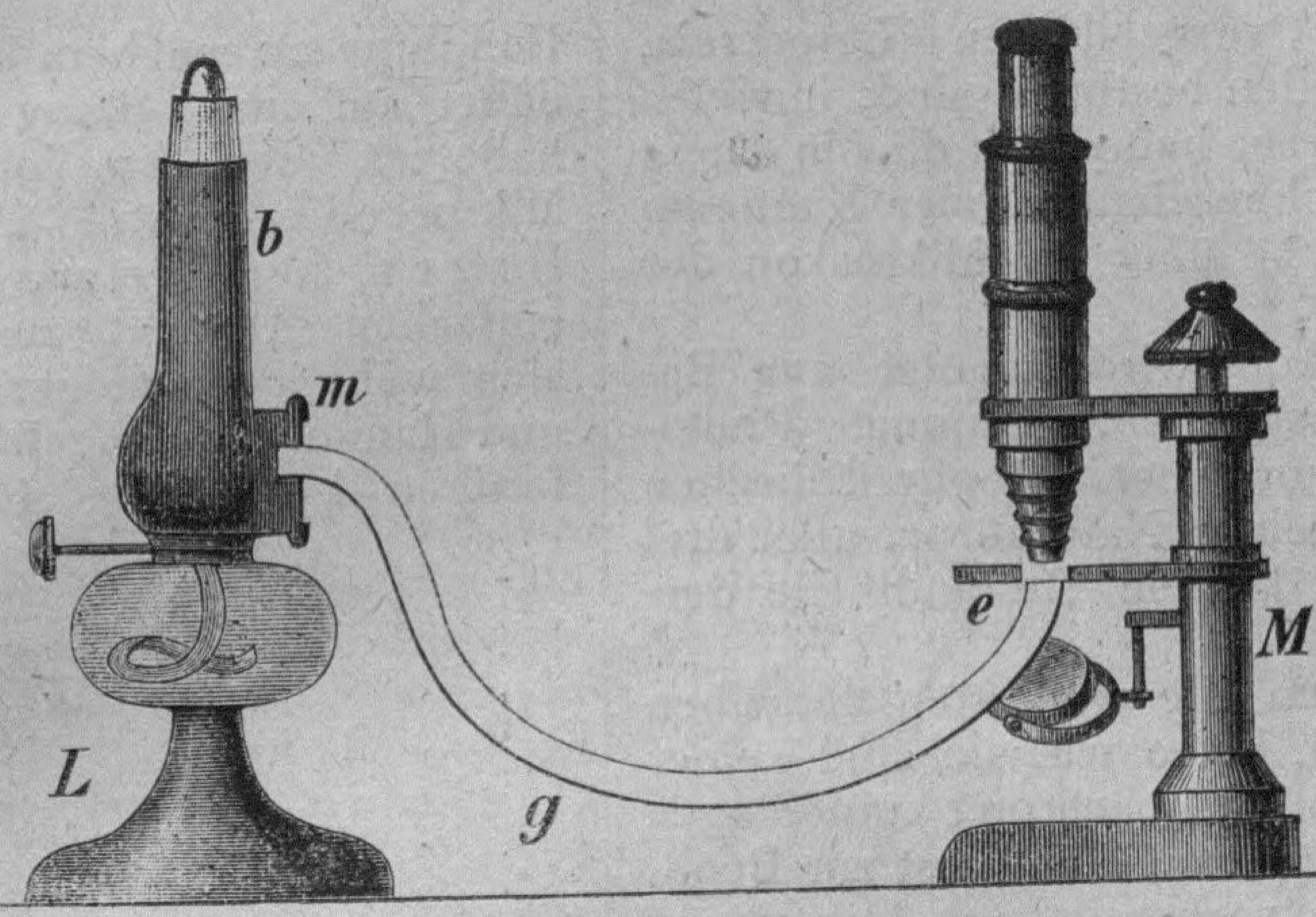


Fig 38.

Mikroskopirlampe haben sich Koch & Wolz patentiren lassen.

Fig. 38 zeigt uns in *L* die Lampe, eine kleine Petroleumlampe, auf die über den Cylinder die blecherne Haube *b* gestülpt ist. Diese hat bei *m* einen Tubus oder eine Muffe, in diese wird mittelst eines Korkes lichtdicht der Glasstab *g* eingesteckt. Derselbe ist derart gebogen, dass dessen abgeschliffenes Ende *e* unter die Oeffnung des Objecttisches des Mikroskopes *M* zu stehen kommt. Das Licht wird in dem Glasstabe gebrochen und reflectirt und bis zum Präparate geleitet. Dass bei Höher- und Tieferstellen der Lampe *L*, die auch auf einem Arm befestigt sein kann, das Ende *e* unter die Blendvorrichtung des Mikroskopes gebracht und so das Licht modificirt werden kann, leuchtet ein, doch ebenso, dass für gewöhnliche Zwecke der gebrechliche Glasstab, der überdies nicht ganz billig ist (zu beziehen durch R. Siebert, Wien, Alserstrasse, und durch Merker und Ebeling in Hernals) durchaus nicht bequem erscheint, ist gewiss, ebenso gewiss aber auch, dass diese Lampe dort unschätzbare Dienste leistet, wo eine starke Durchleuchtung von nicht sehr durchsichtigen Objecten, z. B. lebenden Insecten, kleinen Embryonen, oder eine starke Farbenhervorhebung, z. B. bei gefärbten Bacterienpräparaten, erwünscht ist und wobei diese Vorrichtung am Abend den Abbe'schen Condensor einigermaassen ersetzt.

Alle Mikroskopir-Lampen lassen sich mit Hilfe von Retortengestellen u. dgl. auch als Wärmequellen benützen, was bei vielen Operationen, namentlich beim Anfertigen von Dauerpräparaten, eine sehr empfehlenswerthe Vereinigung einer Licht- und Wärmequelle ergibt. Was sonst noch für Dinge in dem Mikroskopirzimmer ihren Platz finden, richtet sich natürlich nach Raum und Mitteln; zum Photographiren geeignete Mikroskopirzimmer müssen Heliostaten, eine Dunkelkammer u. dgl. enthalten, was aber hier noch nicht zu besprechen kommt; wohl aber ist eine Stellage (Repositorium) und wo möglich ein Auslaufhahn einer Wasserquelle mit Lavoir oder Wasserschüssel oder dergl. sehr nothwendig; erstere für Flaschen mit Flüssigkeiten u. dgl., letzterer zum Waschen der Präparate etc. Am Repositorium soll auch — möglichst, dass man vom Mikroskopirtische danach greifen kann — ein nur für mikroskopische Zwecke bestimmter Satz Bechergläser, ferner ein Eprouvettengestelle sammt Eprouvetten und mehrere Uhrgläser mit sogenannten Uhrmacher-Glasstürzen, wie solche bei R. Siebert und ebenso bei Tichy, beide in Wien, Alserstrasse, bezogen werden können, Aufstellung finden.

Ueber den Zweck dieser und vieler ähnlicher Geräthe werden wir später, bei Besprechung der Anfertigung von Dauerpräparaten, sprechen.

Die Benützung der modernen Mikroskope.

Nachdem wir nun eine kurze Beschreibung der wesentlichsten Arten der Mikroskope gegeben und auch deren Ankauf, Prüfung, Aufstellung und Pflege beschrieben haben, gehen wir nun zur Darstellung der Benützung dieser Instrumente zur Beobachtung über. Gerade hier können wir uns, mit Rücksicht auf den natur-

wissenschaftlich vorgebildeten Leserkreis, für den diese Zeilen bestimmt sind, in vielen Beziehungen kürzer halten, als dies in einem etwa für Fleischbeschauer oder Kaufleute bestimmten Werke über das Mikroskop der Fall sein könnte.

Das Mikroskop wird benützt zur Betrachtung, Messung, Zeichnung, Photographie und zur chemisch-physikalischen Untersuchung kleiner Naturkörper aller drei Reiche oder der kleinen Bestandtheile derselben.

Doch können die wenigsten derselben unvorbereitet, d. h. so wie sie sind einer mikroskopischen Beobachtung unterzogen werden, sie müssen meistens erst zur Beobachtung tauglich vorbereitet, d. h. präparirt werden. Ueberdies ist der Abstand zwischen dem Betrachten durch das zusammengesetzte Mikroskop und dem Sehen mit unbewaffneten Auge ein so grosser, dass es in den wenigsten Fällen zu empfehlen ist, von dem einen unmittelbar zum anderen überzugehen, wenn man nicht schon tadellos präparirte Objecte, d. h. gute mikroskopische Präparate zur Betrachtung vorliegen hat. Will man einen anderen Gegenstand der mikroskopischen Untersuchung unterwerfen, so bedarf man sehr oft zuerst der Besichtigung durch eine gute Lupe. Was eine Lupe ist, setzen wir hier wohl als bekannt voraus und fügen nur hinzu, dass Lupen sich am vortheilhaftesten dort verwenden lassen, wo man blos einer 5—20maligen Vergrösserung bedarf, um sich in dem mikroskopisch zu untersuchenden Object vorläufig zu orientiren.

Die gewöhnlichen Taschenlupen pflegen 2—3 planconvexe Linsen in lorgnettartiger Fassung zu besitzen und gestatten geringere und stärkere Vergrösserungen anzuwenden, je nachdem man zur Betrachtung nur eine, zwei oder drei Linsen gleichzeitig verwendet. Fig. 39 stellt eine solche



Fig. 39.

Hand- oder Taschenlupe vor, welche Merker & Ebeling zum Preise von fl. 2.50 liefern.

Will man aber eine Lupe benützen, um einen Gegenstand für das Mikroskop zu präpariren, so kann man die Lupe nicht in der Hand halten, da man die Hände zum Präpariren frei haben muss. Um die in Fig. 42 abgebildete Handlupe zu solchem Zwecke benützen und daher auf einem Stativ anbringen zu können, habe ich nach dem Vorgange vieler anderer Mikroskopiker, wie Prof. Jäger und Hager, nur in etwas anderer Weise einen einfachen Apparat zusammengestellt, den sich wohl jeder einigermaassen mit Bohrer und Hammer umzugehen Fähige selbst anfertigen kann. Fig. 40 zeigt diese Vor-

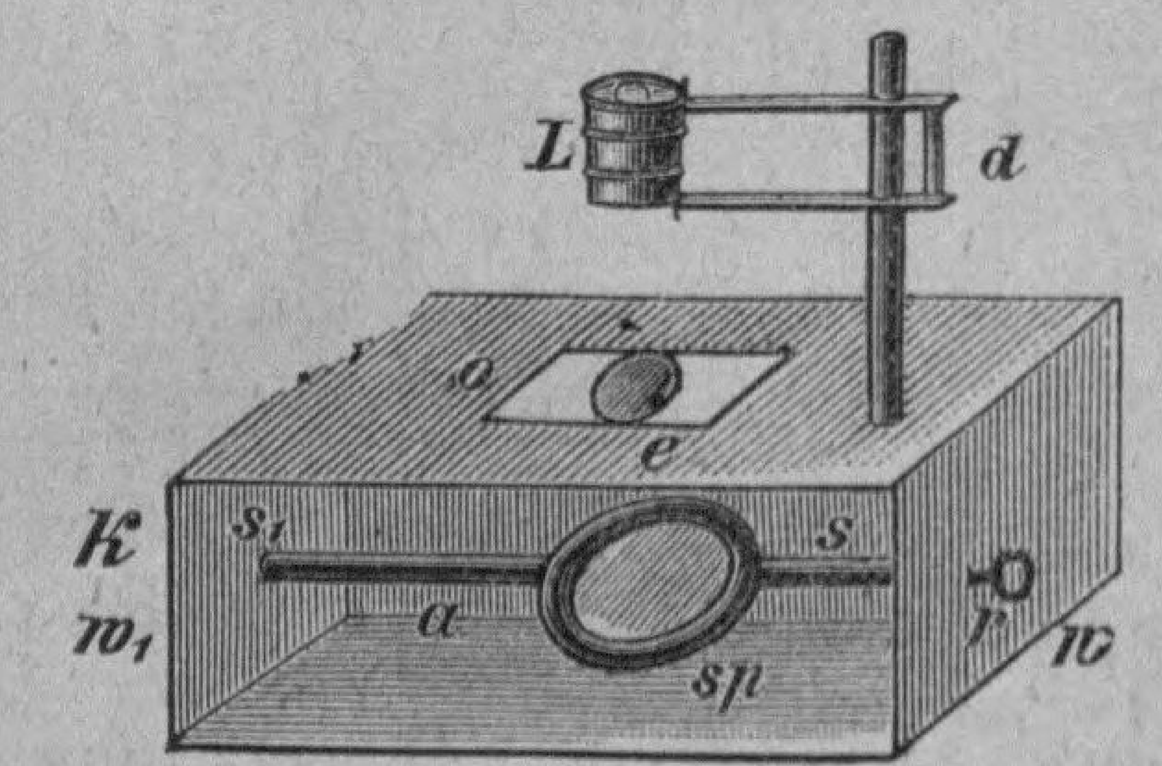


Fig. 40.

richtung. *K* ist eine österreichische Britannica-Cigarrenkiste, aus welcher man eine Seitenwand herausnimmt. Bei *l* schneidet man mit dem Federmesser ein Loch von $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, ferner kauft man einen jener billigen runden Blechtaschenspiegel, wie sie in jedem Galanteriegeschäfte zu haben sind, beseitigt den Blechdeckel und befestigt nun den Spiegel durch die an demselben rückwärts befindlichen Stützdrähte an dem Stückchen Rohr (spanisches) s_1 *a s*. — Nun befestigt man das Stäbchen mit dem Spiegel drehbar unter dem Loche *l*, indem man bei s_1 einen Nagel durch die Wand w_1 in den Stab *a* einschlägt; bei *s* wird durch die Wand *w* ein Drahtring *r*, dessen Ende *e*, wie Fig. 41 in natürlicher

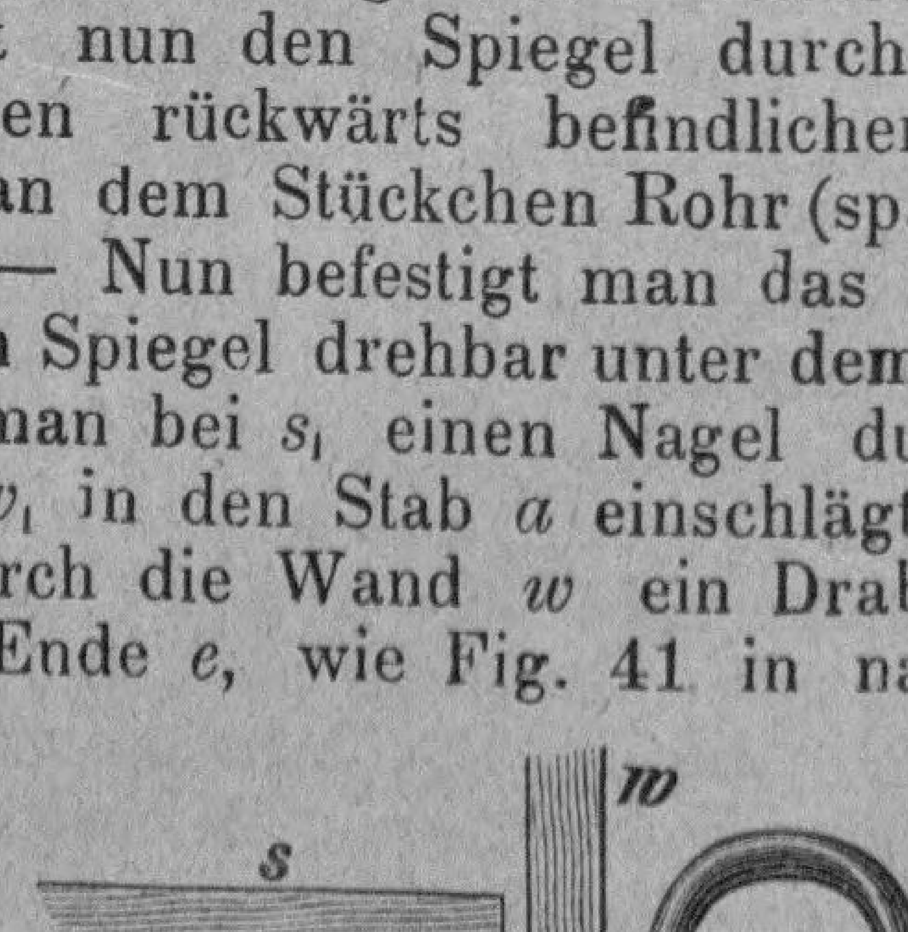


Fig. 41.

Grösse zeigt, flach und scharf geklopft wurde, in den Stab *s* hineingetrieben, so dass sich der Spiegel *sp* an dem Stabe, wenn man den Ring *r* dreht, wenden lässt, wie ein Mikroskopspiegel. Auf der oberen Wand des Cigarrenkistchens *K*, welche als Objecttisch dient, schlägt man an passender Stelle in einer Ecke den Draht *d* ein, so dass er fest hält und bohrt nun durch die Schale der Handlupe *L* ein Loch, in welches man den Draht *d* durchsteckt, so dass sich die Lupe *L* auf dem Draht *d* durch einfaches Schieben höher und tiefer stellen lässt. Legt man nun auf das Loch *l* einen Objectträger aus Glas *O* und richtet das

Kästchen mit der offenen Seite gegen das Fenster, dreht dann am Ring *r* den Spiegel so, dass man, durch die Lupe *L* schauend, das Loch hell erleuchtet sieht, so kann man ein Object auf dem Objectträger *o* mit Nadeln zerzupfen und dergleichen und dessen Structur durch *L* vergrössert beobachten, wobei der Vortheil zu Tage tritt, dass die Lupe Alles aufrecht zeigt, während das zusammengesetzte Mikroskop Alles verkehrt, also auch jede Bewegung umgekehrt zeigt, was das Präpariren unter demselben sehr erschwert. Zum leichteren Präpariren kann man bei der gedachten Vorrichtung die Hände auf die breite Oberfläche des Cigarrenkästchens aufstützen, was eine grössere Ruhe gewährleistet. Um die Tischöffnung l schlägt man 4 Drahtstiften in einer Distanz von $26^1/_4$ mm ein, um zwischen selbe einen Objectträger englischen Formates fest einschieben und auf diesem das Object bequem durchmustern und zergliedern zu können.

Eine derartige Vorrichtung, wie wir sie uns in einfachster Form selbst angefertigt haben, heisst auch „einfaches Mikroskop" (jede stärkere Lupe mit Objecttisch ist ein einfaches Mikroskop) und weil sie zum Präpariren dient, Präparir-Mikroskop. Statt der zwei oder drei Linsen, welche in der Handlupe *L* beweglich gefasst sind, kann man von vorneherein zwei oder drei Linsen in einer Fassung wie bei einem schwächeren Objectivsystem vereinigen; eine solche Vereinigung von zwei Linsen heisst Doublet, von drei Linsen Triplet.

Fig. 42 zeigt ein solches Triplet aus drei Linsen 1, 2, 3 die sich entweder zusammen oder einzeln verwenden lassen und so sechs brauchbare Vergrösserungen von 15-, 20-, 30-, 40-, 60- und sogar 100mal geben. Ein einfaches Stativ zu einem solchen Triplet zeigt Fig. 43, ein etwas vollkommeneres mit Handauflagen und Einstellnug mit Zahn und Trieb — Fig. **44.**

Carl Zeiss, Dr. E. Hartnack, Paul Wächter, C. Reichert, Merker und Ebeling u. a. m. liefern solche Präparir-Mikroskope in grosser Vollkommenheit, doch sind für die meisten Zwecke Behelfe, wie wir sie in Fig. 40 angegeben haben, ausreichend. Uebrigens gibt es sogenannte pancratische Oculare, welche das Bild im zusammengesetzten Mikroskope noch einmal umkehren (wie beim terrestrischen Fernrohre), so dass man dann mit den schwächsten Systemen auch unter dem zusammengesetzten Mikroskope Objecte zubereiten kann, da dann jede Bewegung des Präparir-Instrumentes so erscheint, wie sie durchgeführt wird; doch ist das Präpariren unter der Lupe, resp. Präparir-Mikroskop weit bequemer. Und nun gehen wir daran, den Gebrauch des Mikroskopes zu einer Betrachtung an einem Beispiele zu erläutern. Wie man die Probeobjecte betrachtet, haben wir bereits bei Abhandlung der Prüfung eines Mikroskopes erläutert und kann der angehende Mikroskopiker sich am besten dadurch üben, dass er die seinem Mikroskope beigegebenen Probeobjecte recht

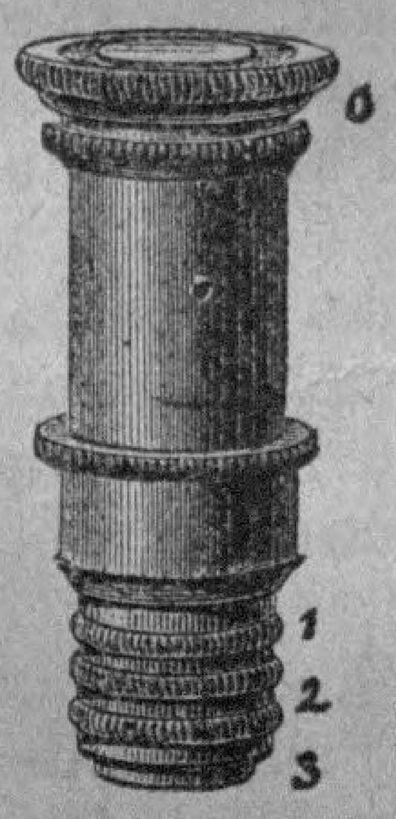
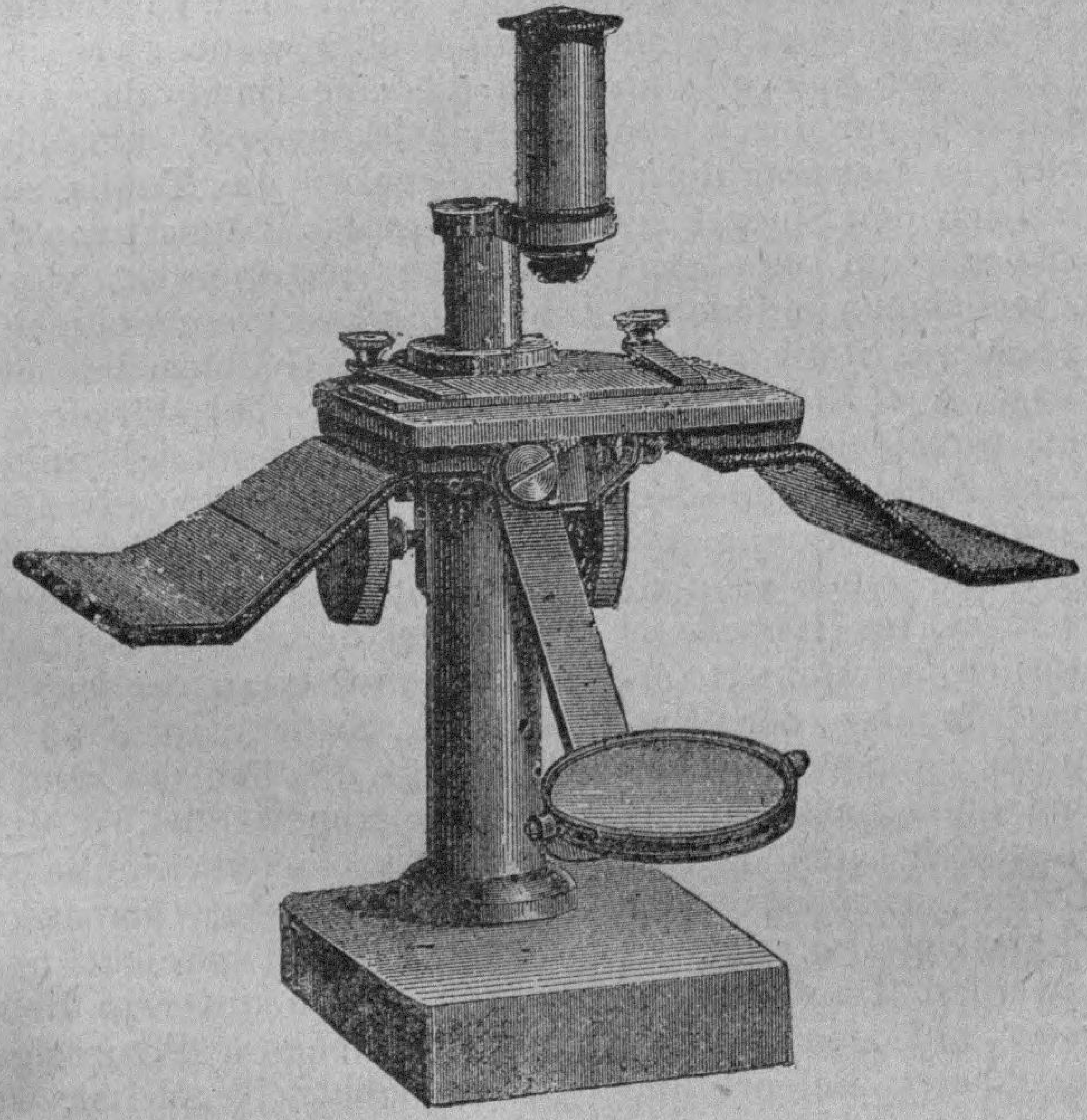
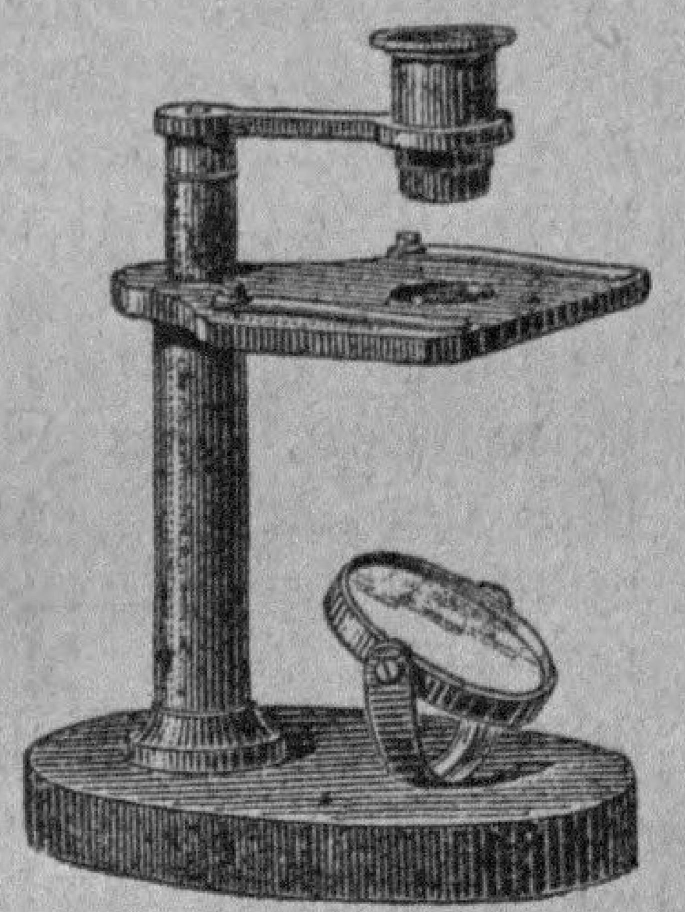


Fig. 42.


Fig. 44.


Fig. 43.

oft durchmustert. Bei ganz Ungeübten pflegt die erste Schwierigkeit in der Beleuchtung, resp. Handhabung des Beleuchtungsapparates zu liegen. Die durchsichtigen Probeobjecte müssen von unten her beleuchtet werden. Man entfernt den Tubus aus der Hülse oder zieht bei Instrumenten mit Zahn und Trieb den Tubus mit der Zahnstange aus der schwalbenschwanzartig ausgehöhlten Triebrinne heraus und entfernt, wenn Ocular und Objectiv an demselben sind, diese optischen Theile gänzlich. Dann schiebt man den Tubus wieder ein. Nun stellt man das Mikroskop vor das zum Arbeiten bestimmte Fenster auf den zum Mikroskopiren bestimmten Tisch beiläufig in die Mitte des Halbmessers eines in den viereckigen Tisch eingeschrieben gedachten Kreises (näher zum Beobachter als zum Fenster) so auf, dass der Spiegel zum Fenster gekehrt ist. Man sieht nun durch den Tubus gerade nach unten, so dass man durch die Oeffnung im Objecttisch den Spiegel erblickt und dreht den Spiegel um seine zwei horizontalen Achsen, (wobei man ein kleineres und deshalb ein leichteres Stativ mit der linken Hand am Fusse festhalten muss, damit es sich nicht verschiebt) — bis im Spiegel das Bild des Fensters mit dem Himmel oder einer von der Sonne beschienenen, weissen Wand eines vis-à-vis gelegenen Hauses erscheint. Im Hohlspiegel wird dies alles natürlich verkleinert erscheinen, im Planspiegel in der der Entfernung entsprechenden perspectivischen Dimension. Am Abend muss natürlich das Bild der circa ½ Meter weit vom Instrumente aufgestellten Lampe, respective der hellerleuchteten Milchglaskugel u. dgl. in dem Spiegel erblickt werden. Dass Sonnenlicht — wenn es direct auf den Spiegel fällt — eine unbrauchbare Beleuchtung gibt, haben wir schon oben bemerkt; in solchem Falle legt man ein Stückchen weisses Seidenpapier auf den Spiegel, welches die Intensität der Sonnenstrahlen mässigt, doch wird eine solche Beleuchtung immer missliche Wirkungen auf die Deutlichkeit der zarteren Contouren üben. — Hat man nun auf eine oder die andere Weise mit dem Spiegel recht helles, aber diffuses Licht in den Tubus geworfen, so schraubt man das Objectiv unten an das Rohr, steckt das Ocular oben in dasselbe und versucht nun einzustellen, d. h. den optischen Theil des Mikroskopes mittelst des mechanischen in die richtige Entfernung vom zu betrachtenden Objecte zu bringen. Man legt also das Object z. B. ein Präparat von Pleurosigma angulatum (siehe Fig. 30 und f. f.) so auf den Objecttisch, dass die Stelle, wo diese Diatomeen unter dem Deckglase liegen, gerade über die Tischöffnung zu liegen kommt und sohin von den Strahlen des Spiegels hell erleuchtet ist und benützt zuerst die g r o b e Einstellung, indem man bei Instrumenten mit Schiebhülse das Rohr mit der Hand durch eine sanfte, drehende, gewissermaassen schraubenförmige Bewegung in seiner Hülse so lange auf- und abwärts dreht, bis das Bild des Gegenstandes im Gesichtsfelde erscheint. Bei Mikroskopen, die kein sehr festes und schweres Stativ haben, ist es rathsam, das Stativ während des Drehens mit der linken Hand festzuhalten, damit es sich nicht verrückt und so die Beleuchtung gestört wird. Bei Stativen mit grober Einstellung mittelst Zahn und Trieb dreht man vorsichtig an dem Triebknopfe oder wenn zwei sind an beiden, wobei die eine Hand der anderen etwas entgegenwirken soll, um ein zu stürmisches Hinabsenken des Tubus zu vermeiden, bei welchem das Präparat von dem aufstossenden Objectiv zertrümmert wird, was übrigens bei sehr kurzbrennweitigen Objectiven mitunter auch Geübteren leicht passiren kann. Es ist daher bei stärkeren Objectiven dem Anfänger anzurathen, mittelst der groben Einstellung das Objectiv zunächst bis nahezu zur Berührung an das Präparat heranzurücken und dann mit der Einstelluug, indem er durch das Ocular blickt, langsam nach aufwärts zu drehen, bis das Bild erscheint. Sieht man dann den Gegenstand halbwegs deutlich, so wird die f e i n e Einstellung angewendet, d. h. man dreht an der Mikrometerschraube vorsichtig nach rechts oder links, bis das Bild seine möglichste Klarheit erreicht und man die Contouren des in unserem Beispiele als Object angenommenen Pleurosigma angulatum scharf sieht. Regel ist, stets zuerst das schwächere Objectiv und Ocular und dann das stärkere Objectiv anzuwenden, wodurch man vorerst einen Ueberblick über das Object erhält und dann dessen Structur genauer betrachtet.

Sieht man das Object scharf genug, so versucht man es mit Hilfe des Blendapparates noch schärfer zu sehen. Es ist nämlich nicht für alle Beobachtungen vortheilhaft, die möglichst helle Beleuchtung in Awendung zu bringen, umsomehr als dabei zwar die Farben besser hervortreten, die Contouren, namentlich die zarteren, verschwimmen. Zu schwache Beleuchtung strengt das Auge an, ebenso aber auch zu starke. Was ein Mikroskop nicht bei mässigem Tageslichte zeigt, zeigt es schon gar nicht bei directem Sonnenlichte, es wäre denn, dass es sich um Polarisations-

erscheinungen — wovon später — handelt. Man nimmt also zweckmässiger Weise die Blendungen zu Hilfe, seien es nun Drehscheibenblendungen oder Cylinderblendungen, welch' letztere schon durch die Möglichkeit des Tieferstellens eine graduelle Mässigung des Lichtes während des Beobachtens gestatten. Bei Anwendung des A b b e'schen Beleuchtungsapparates werden die Blenden in den Apparat selbst eingelegt und haben wir bereits oben bei Beschreibung dieses Apparates die Regeln, die bei der Handhabung desselben zu befolgen sind, angegeben, so dass wir dieselben hier nicht zu wiederholen brauchen. Wo eine sogenannte Irisblende am Instrumente ist, gestattet diese ohne Blendenwechsel durch bloses Drehen an den Blendenfassung die Blendenöffnung während des Beobachtens zu vergrössern oder zu verkleinern, was ein grosser Vortheil ist.

Jedenfalls lernt man am besten durch Uebung am eigenen Instrumente — die zweckmässigste Beleuchtung für den einzelnen Fall herauszufinden. Ebenso wird es am besten durch Selbstanschauung erlernt, ob der ebene oder der Hohlspiegel zur Verwendung kommen soll. Bei schiefer Beleuchtung ist stets der Hohlspiegel zu verwenden. Zieht man den beweglichen Arm, an welchem der Spiegel eines jeden besseren Mikroskopes in einem Halbbringe hängt zur Seite und wendet ihn nun so lange, bis der von dem Hohlspiegel ausgehende Lichtkegel den Gegenstand trifft, so erhält man die schiefe oder excentrische Beleuchtung. Man sieht dann natürlich mit einer starken Vergrösserung nach Wegnahme aller Blenden oder — bei Drehscheibenblenden — bei Einstellung der grössten Blendöffnung unter der Tischöffnung — bei stärkeren Objectiven — wie bereits Seite 49 und f. f. erwähnt und in der Fig. 30 und f. f. dargestellt — zuerst die Streifung und bei stärkerer Vergrösserung die Felderung an dem Pleurosigma. Nimmt man nun, während man den Hohlspiegel in seiner excentrischen Lage belässt, das starke Objectiv fort und ersetzt es durch ein schwaches, so sieht man plötzlich die Pleurosigmen in schöner Farbe schillern (blau, roth oder goldgelb) und zwar nicht durch Mangel an Achromasie, da man mit freiem Auge ebenfalls diesen Schillerglanz bei schiefer Beleuchtung angedeutet sieht, sondern weil dann das Strahlenbündel des Hohlspiegels auf die untere Fläche der Frontlinse des Objectivs fällt, von diesem auf das Object reflectirt wird und dieses so v o n o b e n beleuchtet. Dasselbe wird durch die sternförmige Blende im Abbeschen Beleuchtungsapparat bewirkt.

Dass dem so sei, davon überzeugt man sich, wenn man das Präparat auf ein Stückchen schwarzes Papier legt und mit diesem auf den Objecttisch bringt und nun durch die oben beschriebene Beleuchtungslinse (welche eigentlich zur Betrachtung undurchsichtiger Objecte dient) beleuchtet, indem man diese so aufstellt, dass ein recht kleines Bild des Fensters oder einer Lampenflamme auf die Pleurosigmen fällt; man sieht diese dann auch in dem herrlichsten Blau erglänzen. Hier sei bemerkt, dass die Beobachtung opaker, d. h. von oben beleuchteter undurchsichtiger Objecte, nur schwächere Vergrösserungen selten über dreihundertmal verträgt, da die Beleuchtung sonst zu schwach wird.

Wir haben nun an einem Probeobject, welches wir oben abgebildet haben und welches jedem besseren Mikroskope beiliegt, eine Uebung in der Benützung des Mikroskopes vorgenommmen und dabei das Object centrisch, excentrisch und von oben beleuchtet betrachtet.

Solche Uebung ist sehr nöthig und soll vom Anfänger recht oft wiederholt werden. Ist man durch diese Uebung dahin gelangt, die Einstellungsvorrichtungen richtig und stetig zu gebrauchen und die der Deutlichkeit zuträglichste Beleuchtung herbeizuführen, so übe man sich, das zu beobachtende Präparat auf dem Objecttische hin und her zu bewegen, um auf diese Weise nach und nach alle Theile des Präparates vor das Objectiv und so das Bild derselben in das Gesichtsfeld des Mikroskopes zu bringen. Nach Dr. Otto Zacharias verfährt man dabei so, dass man den bezüglichen Objectträger zwischen Daumen und Zeigefinger der l i n k e n Hand hält, ihn l o s e auf den Tisch des Mikroskopes auflegt und nun langsam Strich für Strich in einer bestimmten Richtung, z. B. von links nach rechts das Gesichtsfeld durchpassiren lässt. Ich habe gefunden, dass es für den Anfänger dabei besser ist, wenn er das Object nicht l o s e auflegt, sondern auf den Objecttisch etwas andrückt, ja sogar sich der Federklammern bedient, da es ihm sonst nicht gelingt, das Präparat in der gleichen Distanz vom eingestellten Objectiv zu erhalten und er es dadurch leicht ganz aus dem Gesichtsfelde verliert; das l o s e Auflegen und Verschieben gelingt blos einem schon geübteren Beobachter.

Hat man nun auch diese Schwierigkeiten überwunden, so kann man es versuchen auch andere — noch nicht präpa-

rirte Objecte zur Beobachtung heranzuziehen. Natürlich fange man nicht mit lebenden — etwa einem Floh an; diese sind, soll man nicht zu ganz unrichtigen Bildern derselben gelangen — etwas schwierig lebend zu beobachten und auch nicht gar leicht zu präpariren; man beginne z. B. mit Baumwollstoff, von dem man mit zwei Nähnadeln, die man in zwei Schraubenbleistift- oder Häkelnadel-Hältern befestigt hat, unter der Lupe oder dem Präparirmikroskope auf einem Objectträger ein stecknadelgrosses Stückchen abzupft, möglichst fein zerfasert und dann unter das zusammengesetzte Mikroskop bringt, nachdem man einen Tropfen Wasser hinzugefügt und ein viereckiges Deckglas darauf gedrückt hat, erwähnt — vorbereitete Object unter das zusammengesetzte Mikroskop und betrachtet es mit einem mittelstarken Objectivsystem und schwächeren Ocular ohne Blende oder offenem Abbe'schen Condensor, so werden die Contouren der Fäden verschwinden, dagegen die Farben grell hervortreten.

Nimmt man nun engere Blenden, namentlich aber wenn man bei Vorhandensein einer Cylinderblende diese herab — gegen den Spiegel zu — zieht, so werden die Farben matter und matter, dagegen werden die Schatten intensiver und treten die Contouren besser hervor und man sieht die Baumwollfasern, wie sie Fig. 45 *b* zeigt.

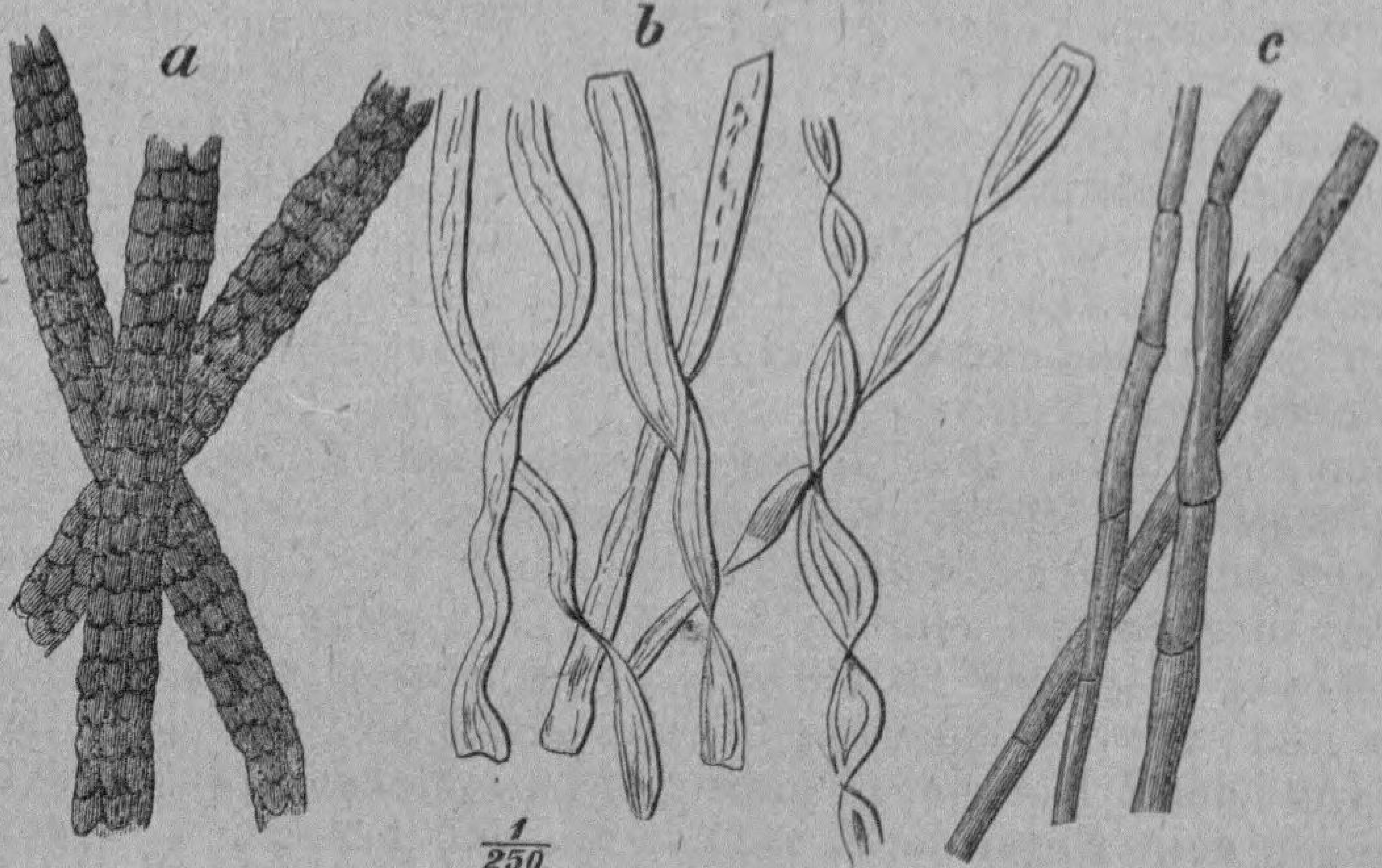


Fig. 45.

wobei man das Deckglas mit einer Pincette an einem Eck erfasst, es dann mit dem diagonal gegenüberliegenden Eck zuerst auf den Objectträger bringt, dann aus der Pincette loslässt und mit dem anderen Ende der Pincette sachte auf den Objectträger presst. Schon unter der Lupe wird man, falls das Baumwollzeug verschiedenfärbig gemustert war — die einzelnen Farben wahrgenommen haben und es ist eine gute Uebung dazu erforderlich, um unter einem der in Fig. 40 und ff. dargestellten einfachen Mikroskope den Versuch zu machen, die Fäden nach ihren Farben mit den Nadeln zu sortiren, so dass man z. B. die blauen Fäden nebeneinanderlegt, die rothen wiederum nebeneinander und so weiter. Bringt man nun das — wie

Zerfasert man Leinwand, so zeigt sich ein Bild, wie bei *c* angedeutet, war der Stoff Schafwolle — wie bei *a*. Da diese Fasern im Staub der Zimmerluft oft vorkommen und zufällige Verunreinigungen von Präparaten bilden, so muss sich der Anfänger mit ihnen vertraut machen, und da sie im Holzschnitte nur unvollkommen dargestellt werden, muss man, um sie überall zu erkennen, sie sich in natura recht oft ansehen.

Aus vorigem geht hervor, dass man verschiedene Elemente von Geweben unter dem Mikroskope schon durch die blosse Betrachtung von einander unterscheiden kann. Noch genauer wird dies oft möglich durch die mikroskopische Messung.

Messen unter dem Mikroskope.

Messen heisst vergleichen. Auch unter dem Mikroskope wird gemessen, indem man vergleicht. Zur Vergleichung dient ein Maassstab, das sogenannte Mikrometer, wohl zu unterscheiden von der Mikrometerschraube, welche zum Einstellen dient und wie oben bei Beschreibung der Stative ausgeführt wurde, auch wirklich zum Messen dienen kann, nämlich als sogenanntes Focimeter zum Messen der Dicke — Tiefe der Objecte. Früher und wohl auch noch heute bei sehr theueren französischen und englischen Mikroskopen maass man auch die Längendimension der Objecte mit der Schraube. Das Object wurde mittelst einer äusserst genauen Schraube durch das Gesichtsfeld gerückt und an dem getheilten Umfange der Schraube konnte man die Verrückung ablesen. Hatte ein Schraubengang eine Höhe von $^1/_{10}$ mm und war die Trommel, welche den Schraubenkopf umgab, am Umfange in 100 Theile getheilt, so wurde das Object bei einer ganzen Umdrehung der Schraube um $^1/_{10}$ und bei einer Umdrehung um $^1/_{100}$ des Trommelumfanges, um $^1/_{1000}$ eines Millimeters verschoben; mittelst eines Nonius konnte man so Verrückungen bis zu $^1/_{10000}$ mm ablesen. War nun im Ocular ein Fadenkreuz angebracht, so merkte man sich den Stand des Zeigers an der Trommel, wenn das eine Ende des zu messenden Objectes die Kreuzung der Fäden im Oculare zu berühren schien; nun drehte man so lange, bis das andere Ende den Kreuzungspunkt berührte und las nun an der Trommel den Stand ab. Um so viel Theile des Trommelumfanges man das Object verschoben hatte, so viel Tausendstel eines Millimeters war das Object lang. Solche Objecttisch - Schraubenmikrometer mussten aber sehr genau gearbeitet sein, um brauchbare Resultate zu ergeben und der Fehler stieg mit der Vergrösserung. Man verlegte daher die Mikrometervorrichtung in's Ocular und verschob hier entweder zwei Striche, die im Gesichtsfeld erschienen, über dem zu messenden Objecte oder zwei Spitzen. (Ocularschrauben-Mikrometer, Ocularspitzen-Mikrometer).

Heutzutage sind am gebräuchlichsten die sogenanten Glasmikrometer, das sind sehr genaue Theilungen auf Glas. Man kann nämlich mit feinen Theilmaschinen in Glas sehr feine Theilungen mit Diamant einritzen. Wie weit dies mit Hilfe einer genial erdachten Vorrichtung getrieben werden kann, beweisen die von N o b e r t erfundenen sogenannten Probeplatten, bei denen in Nr. 1 dieser in Gruppen getheilten Probeplatten Linien eingeritzt sind, deren Abstand nur 0·001 Pariser Linien beträgt, in Nr. 15 dieser Gruppen 0·00020 und in Nr. 30 gar nur 0·000125 Pariser Linien. Diese Probeplatten dienen zur q u a n t i t a t i v e n Prüfung der Leistung eines Mikroskopes, indem die meisten Mikroskope blos die niederen Gruppen auflösen, d. h. die Linien deutlich unterscheiden lassen; es löst z. B. ein Mikroskop mit System 9 und Ocular IV seiner stärksten Combination, blos noch die 10. Gruppe auf: da bei dieser die Linien von einander 0·000275 Pariser Linie abstehen, so ist das absolute (quantitative) Leistungsvermögen dieser Combination, respective des Mikroskopes, dem sie als stärkste angehört $\frac{275}{1,000.000}$ Pariser Linien, d. h. ein Gegenstand von dieser Grösse wird noch deutlich wahrgenommen werden; freilich kommt es dabei auf günstige Beleuchtung auch viel an, doch man sieht daraus, wie feine Maasstäbe man auf Glas herstellen kann; so feiner bedarf man aber zu den Zwecken der Messung durchaus nicht.

Man denke sich einen Millimeter auf einem Objectträger in 100 Theile getheilt. Diesen bringt man auf den Objecttisch des Mikroskopes und legt nun darauf das Object, dessen Länge man erfahren will. Blickt man nun durch das Mikroskop und sieht, das Object, z. B. eine Milbe, bedecke 3 kleinste Theile des Maasstabes, so wird man sagen, die Milbe hat $^3/_{100}$ mm Länge. Doch gilt hier dasselbe wie beim Objecttischschraubenmikrometer: Jeder Fehler der Theilung erscheint vergrössert. Auch würde das Mikrometer auf diese Art beschmutzt und beim Reinigen die Theilung lädirt; man könnte auch fertige Präparate, die sich schon auf einem anderen Objectträger befinden, gar nicht messen, da sie in einem vom Glasmikrometer verschiedenen Niveau und daher nicht gleich deutlich mit dem Maasstabe erscheinen würden. Deshalb verlegt man das Mikrometer heutzutage in das Ocular, indem man eine runde, in Messing gefasste, getheilte Glasplatte so auf die Blendung der Oculars legt, dass die Theilung durch die Ocularlinse vergrössert, aber scharf und deutlich erscheint; diese Vorrichtung heisst Ocularmikrometer und kostet sehr wenig, z. B. bei M e r k e r u n d E b e l i n g 2 fl. 50 kr., bei R e i c h e r t 3 fl.; ist das Ocular eigens für die Aufnahme und Feststellung des Mikrometers

eingerichtet, so heisst man es Mikrometerocular; es lässt sich dann auch mit einer Schraube zum Verschieben des Maassstabes über dem Gesichtsfelde einrichten und kostet 8—24 fl. je nach der Feinheit und Genauigkeit der Ausführung.

Hartnack in Potsdam fertigt eine solche Vorrichtung zu 40 Mark, mit der man 0·0001 mm noch verlässlich messen kann; doch bedarf es für die meisten Zwecke keiner solchen theueren Vorrichtung; ein Ocularmikrometer zum Einlegen in ein Ocular (in welches, gibt der Verkäufer an) sollte auch beim billigsten Mikroskope mitbezogen werden. Durch verkleinerte Photographie stellt man jetzt solche Mikrometer mit Bezifferung her, welche 10 mm in 100 Theile getheilt enthalten, circa 3 fl. 50 kr. bis 5 fl. ö. W. kosten, und meiner Erfahrung nach sehr bequem sind.

Das Mikrometer im Ocular ist aber kein absoluter Massstab, wie jenes auf dem Objecttische; seine Geltung ist eine relative und wird vom Verkäufer, wenn man das ganze Mikroskop gleich mit einem Ocular-Mikrometer bestellt, in einer Tabelle für die verschiedenen Objectivsysteme angegeben, oder man bestimmt sich die Geltung mit Hilfe eines Objectischglasmikrometers und legt sich die Tabelle selbst an. Ein Beispiel wird dies erläutern. Das Objecttischmikrometer sei in 100 Theile eines Millimeters getheilt; wenn nun bei dem Oculare das Mikrometer eingepasst ist, combinirt mit dem schwächsten Objectivsysteme, 20 Theile des Objecttischmikrometers genau mit 4 Theilen des Ocularmikrometers zusammenfallen, so hat bei dieser Vergrösserung (und diese muss durch eine Marke an dem etwa ausschiebbaren Tubus ein für allemal fixirt werden, da sie bei eingeschobenem Tubus kleiner, bei ausgezogenem grösser wird) ein kleinster Theil des Ocularmikrometers den Werth 0·05 mm; bei Anwendung des stärkeren Objectivsystemes und der durch die Marke, die am Tubusauszuge gemacht wurde, fixirten Tubuslänge, entsprechen 10 Theile des Ocularmikrometers 8 Theilen des Objecttischmikrometers, so hat man bei dieser Combination einen kleinsten Theil des Ocularmikrometers gleich dem Werthe 0·008 mm zu setzen. Nimmt man nun das Objecttischmikrometer weg und legt ein zu messendes Object auf den Objecttisch, so wird man die Theilung des Ocularmikrometers über dem Objecte schweben sehen und kann nun, da man den Werth eines Ocular-Mikrometertheiles kennt, das Object messen. Bedeckt z. B. ein Infusorium scheinbar 18 Ocularmikrometertheile, so misst es 18mal 0·008, d. i. 0·0224 mm. Da die vielen Decimalstellen nicht sehr bequem sind, hat man als Einheit in der Mikroskopie das Tausendstel Millimeter unter dem Namen Mikron kurzweg mit dem griechischen Buchstaben μ bezeichnet eingeführt und so entspräche die im vorigen Beispiele ermittelte Länge des Infusoriums 22·4 μ.

Man hat auch Netzmikrometer, d. i. Flächenmaasse und zwar sowohl als Objecttischnetz-Mikrometer, als Ocularnetz-Mikrometer. Das letztere hat natürlich wieder nur relativen Werth. Man sieht leicht ein, dass das Netzmikrometer zu Zählungen dienen kann, z. B. wieviel Bacterien einer gewissen Art in einer bestimmten Flüssigkeit auf $^1/_{100}$ □mm kommen. Fertigt man eine sehr seichte, etwa $^1/_{10}$ mm tiefe Glaswanne von 1 □cm Basis und theilt den □cm durch netzförmige Theilung in 100 □mm, so kann man die Anzahl von Körperchen in einem gewissen Kubikinhalte einer Flüssigkeit, z. B. Hefe oder Blut, unter dem Mikroskope abschätzen. Da zu solchen Apparaten eine genaue Gebrauchsanweisung gegeben wird, so brauchen wir hier darauf nicht weiter einzugehen und begnügen uns damit, das Princip angegeben zu haben. Bei Reichert ist ein derartiger Blutkörper-Zählapparat für 15 fl. erhältlich, ebenso bei Merker & Ebeling.

Wir haben nun die Art und Weise angedeutet, wie man die Längen-, Flächen- und Kubikmessungen unter dem Mikroskope vornimmt, müssen aber — wie oben, bei Beschreibung der Stative anlässlich der Beschreibung der Verwerthung der getheilten Einstell-Mikrometerschraube als Dickenmesser — „Focimeter“ versprochen wurde, auf diese Vorrichtung zurückkommen. Nehmen wir an, der Umfang einer Mikrometer-Einstellschraube sei in 100 Theile getheilt, ein Schraubengang habe $^1/_4$ mm Höhe, so verändert eine ganze Umdrehung der Schraube den Focalabstand des Objectives von der eben eingestellten Durchschnittsebene („optischer Durchschnitt“) um 0·25 mm Höhe, folglich bei einer Umdrehung um $^1/_{100}$ Theil des Umfanges, um 0·0025 mm Höhe. Stellt man nun auf die obere Fläche eines mikroskopischen Objectes, z. B. eines Hollundermark-Querschnittes scharf ein, notirt den Stand der Schraube und stellt dann auf die untere Fläche dieses Querschnittes ein und notirt wieder den Stand der Schraube und die Differenz ergebe 25 Theile des getheilten Schraubenumfanges, so ist der Hollundermark-Querschnitt 25 × 0·0025 mm = 0·0625 mm dick.

Dieses Resultat ist aber nur theilweise genau, und zwar aus folgenden, von Prof. Dr. Julius Vogel in Halle zusammengestellten Gründen:

Die Augen der Menschen haben eine etwas veränderliche Sehweite, weshalb sie durch eigenthümliche, mit Willkür hervorbringbare Veränderungen bis zu einem gewissen Grade zum deutlichen Sehen, sowohl entfernter als näherer Gegenstände fähig gemacht werden.

Man nennt dies das Accomodationsvermögen. Dasselbe gilt auch beim Sehen durch das Mikroskop, in höherem Grade bei schwachen, in viel geringerem Grade bei stärkeren Vergrösserungen. Grössenbestimmungen mit dem Focimeter werden aus diesem Grunde ungenau, wenn man bei denselben das Auge bei Bestimmung des einen Endpunktes für nahe, bei der des anderen für entfernte Gegenstände accomodirt. Bei Personen, welche ein sehr geringes Accomodationsvermögen besitzen, die also entweder sehr kurzsichtig oder sehr weitsichtig sind, fällt diese Fehlerquelle weg; für solche mit gut accomodirenden Augen wird sie wenigstens geringer, wenn sie ihre Messungen nur bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen anstellen. Wer solche Messungen zur Ermittlung noch unbekannter Grössenverhältnisse anstellen will, thut gut, wenn er vorher durch Messungen bekannter Grössen ermittelt, welchen Einfluss die individuellen Verhältnisse seiner Augen dabei ausüben, wie gross daher der Fehler ist, den er dabei machen kann. Ausser der genannten gibt es aber auch noch andere Fehlerquellen bei solchen Messungen. Diese werden nämlich nur dann ganz genau, wenn die Punkte, deren Niveaudifferenz man messen will, durch eine Luftschichte von einander getrennt sind. So zum Beispiele, wenn man den Abstand von feinen Haaren misst, die seitlich aus einer senkrechten Fläche vorragen, auf der sie aufsitzen; oder verschiedene Punkte auf der schiefen Fläche eines Krystalles, aus deren Niveaudifferenz sich die Neigung der Krystallfläche gegen die Ebene des Gesichtsfeldes berechnen lässt, wenn man gleichzeitig die horizontale Entfernung dieser Punkte mit dem Mikrometer misst. Befindet sich dagegen zwischen den beiden Punkten, deren Niveaudifferenz man bestimmen will, nicht Luft, sondern Wasser, Glas oder ein anderes durchsichtiges Medium, welches einen anderen Brechungsexponenten für die Lichtstrahlen besitzt, als Luft, so drückt die durch obige Methode gefundene Entfernung nicht mehr die wirkliche Niveaudifferenz der Punkte aus, das Resultat der Beobachtung bedarf vielmehr einer Correction. Professor Vogel führt für obige Behauptungen einige Beispiele an und wir wollen ihm in seiner Darlegung schon deshalb folgen, weil die Fälle, die hier in Betracht kommen, auch deshalb ein gewisses Interesse darbieten, indem sie anschaulich machen, wie Deckgläschen oder Flüssigkeiten, unter welchen die unter dem Mikroskope zu betrachtenden Objecte meist zu liegen kommen, auf die Deutlichkeit des wahrgenommenen vergrösserten Bildes gewisse Einflüsse ausüben. Wir gehen dabei, dem Gedankengange Professor Vogel's genau folgend, wieder von Thatsachen aus, von denen sich Jedermann selbst überzeugen kann. Man bringe irgend ein Object unter das Mikroskop, z. B. Schmetterlingsschuppen und betrachte dasselbe, indem man sorgfältig so einstellt, dass das Object möglichst scharf und deutlich erscheint. Legt man nun ein dickes Glasplättchen, etwa einen Objectträger auf den Gegenstand und beobachtet wieder, so wird man finden, dass das Bild nicht mehr scharf erscheint; man muss jetzt das Objectiv etwas höher stellen, wenn das Bild des Gegenstandes ebenso deutlich erscheinen soll, als früher. Legt man nun noch einen zweiten Objectträger auf, so erscheint das Bild wieder undeutlich und man muss das Objectiv nochmals höher stellen, wenn das Bild in der früheren Deutlichkeit erscheinen soll. Nimmt man nun die beiden Objectträger weg, so erscheint das Bild wieder undeutlich und erreicht erst dann das Maximum seiner Schärfe, wenn man das Objectiv wieder gesenkt und auf den ursprünglichen Stand zurückgebracht hat. Der Gegenstand ist also durch die aufgelegten Glasplatten gleichsam gehoben worden, etwas, was wir theoretisch bei Besprechung des optischen Theiles und insbesondere der Immersions- und Correctionssysteme bewiesen, was wir hier aber, da es beim Arbeiten mit dem Mikroskope immer wieder hervortritt, mit den Worten Prof. Vogel's praktisch oder vielmehr experimentell dargelegt haben.

Diese Erscheinung kommt nun, wie Prof. Dr. Julius Vogel nachgewiesen hat, in Betracht, wenn man mit dem Focimeter die Dicke einer Glasplatte, eines Deckgläschens u. dergl. bestimmen will, etwa in der Weise, dass man auf beiden Flächen des Deckgläschens schwache Marken mit Tinte anbringt und hierauf die Tiefendifferenz beider Marken mit dem Focimeter misst. Die obere Marke erscheint an ihrer natürlichen Stelle, die untere dagegen, über welcher ja das Glasplättchen sich befindet,

erscheint gehoben. Die so gefundene Niveaudifferenz fällt deshalb geringer aus, als die wirkliche Dicke der Glasplatte, welche man mittelst des Ocularmikrometers auf anderem Wege leicht ermitteln kann, wenn man das Plättchen mit etwas Klebwachs in auf dem Objecttische senkrechter Richtung unter dem Objective auf einem Objectträger befestigt und so unter dem Mikroskope mit dem Ocularmikrometer in seiner Dicke misst. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass man, wenn man das Focimeter für solche Dickenmessungen benützen will, an dem dadurch ermittelten Resultate eine Correction anbringen muss. Diese Correction muss nach Vogel nicht blos nach der Dicke desGlases etwas verschieden sein, sondern auch nach dem Einfallswinkel, der natürlich für Linsensysteme verschiedener Brennweite ein verschiedener ist. Man ermittelt sie am besten empirisch, indem man Glasplättchen von verschiedener Dicke auf beide Arten, nämlich einmal mit dem Focimeter und dann mit dem Ocularmikrometer misst, wodurch man ja erfährt, wieviel man zu dem mit dem Focimeter gefundenen Resultate hinzurechnen muss, um die wahre Dicke zu erhalten. Für nicht zu starke Objective erhält man meist ein ziemlich genaues Resultat, wenn man entsprechend dem Verhältnisse des Brechungsexponenten der Luft zu dem des Glases (1 : 1·5) der durch das Focimeter gefundenen Zahl die Hälfte zurechnet, also z. B. statt 100 — 150 setzt u. s. w. — Prof. Vogel sagt weiters:

„Das eben für Glasplättchen Bemerkte gilt auch dann, wenn der zu untersuchende Gegenstand in einem Medium liegt, das eine andere Brechungskraft für die Lichtstrahlen hat — als die Luft. So z. B. für mikroskopische Präparate, welche in Canadabalsam eingeschlossen sind. Der Brechungsexponent desselben kommt nahezu mit dem des Glases überein, auch hier muss daher die durch das Focimeter ermittelte Niveaudifferenz um die Hälfte vergrössert werden, wenn sie der wirklichen entsprechen soll. Auch wenn man mikroskopische Gegenstände unter Wasser betrachtet, wie dies so häufig geschieht, kommt dieser Einfluss in Betracht. Da sich die brechende Kraft der Luft zu der des Wassers wie 3 : 4 verhält, so muss man bei allen unter Wasser untersuchten Gegenständen, die mit dem Focimeter ermittelte Niveaudifferenz um $^1/_3$ vergrössern, um die wirkliche zu erhalten."

Wir bemerken zu diesen Worten Professor Vogel's, dass, falls man zur Dickenmessung ein Objectiv mit homogener Immersion verwendet, keine Correctur an dem Resultat von Messungen in stark lichtbrechenden Medien liegender Objecte, angebracht werden muss, da die Lichtstrahlen in diesem Falle fast ungebrochen in's Objectiv gelangen; auch ist bei so starken Objectiven die Accomodations-Differenz eine verschwindende. Das Focimeter gewährt also namentlich bei Mikroskopen zu denen starke homogene Immersionen gehören, nennenswerthe Erleichterung bei Bestimmung der Dicke von Zellschichten u. dgl. — Wir haben bisher von der Messung in Millimetern gesprochen; wir kommen nunmehr auf die Messung in Graden, d. h. die Messung von Winkeln unter dem Mikroskope zu sprechen.

Messen von Winkeln unter dem Mikroskope.

Die Winkel werden unter dem Mikroskope am bequemsten mit einem Goniometer gemessen, doch müssen sie Flächenwinkel sein, d. h. in ein und derselben Ebene liegen, wodurch seine Anwendung auf Dünnschliffe (davon später) beschränkt ist. Derselbe besteht aus einer kreisrunden, zifferblattartigen, in 360° getheilten Scheibe, deren Centrum mit der optischen Achse des Mikroskopes zusammenfällt. Diese Scheibe wird am oberen Theile des Tubus aufgesteckt und mittelst einer Schraube fixirt, so dass sie sich nicht drehen kann. In den Tubus wird ein Ocular mit rechtwinkeligem Fadenkreuz eingesetzt, dessen einer Faden zur Unterscheidung vom anderen eigentlich aus drei feinen parallelen Fäden besteht; an dem so eingerichteten Oculare ist rechtwinklig zur Längsachse ein Zeiger fest angeschraubt, der an seinem freien Ende auf der obenerwähnten runden Scheibe spielt. Will man nun einen Flächenwinkel messen, so stellt man scharf ein, verschiebt dann das Präparat bis der Kreuzungspunkt der den zu messenden Winkel bildenden Linien mit dem Kreuzungspunkt der beiden das Ocularfadenkreuz bildenden Fäden (nämlich des einfachen einen Fadens und

des mittleren Parallelfadens des aus 3 Fäden gebildeten anderen Fadens) genau zusammenfällt und dreht dann das Ocular so, bis einer der das Fadenkreuz bildenden Fäden den einen Schenkel des zu messenden Winkels deckt. Jetzt notirt man den Stand des am Ocular befestigten Zeigers; er zeigt z. B. 40°; nun dreht man weiter bis der andere Schenkel von demselben Faden des Fadenkreuzes gedeckt wird; nun zeige der Zeiger 60°; der gemessene Winkel hat dann 60 — 40, das ist 20°. Soll das Goniometer zu sehr genauen Messungen dienen, dann bringt man am Zeiger einen Nonius an und benützt gleich einen eigenen mit dem Goniometer fest verbundenen Tubus, der in der groben Einstellung mittelst eines Klemmringes fixirt werden kann oder mit Zahn und Trieb versehen ist, damit bei Drehung des mit dem Zeiger verbundenen Oculars sich nur dieses drehe und nicht am Ende das Rohr und die mit diesem verbundene Skala die Drehung mitmachen kann.

Ausser diesem einfachen Goniometer kann auch Lesson's Doppelbild-Goniometer am Mikroskope angebracht werden, doch ist der Apparat als Nebenapparat an Mikroskopen ziemlich selten, so dass wir hier in einem Leitfaden darauf nicht näher eingehen können, nur das wollen wir hier bemerken, dass dieses Goniometer mittelst eines Prismas von Doppelspath (Kalkspath) zwei Bilder des Krystalles zeigt, an dem man die Flächenwinkel messen will.

Dreht man nun die an dem Apparate angebrachte, mit Kreistheilung versehene Scheibe, so liegen die zwei Bilder des Krystalles verschieden übereinander, je nachdem man dreht. Dreht man, bis sich die einen Schenkel beider Bilder decken und notirt den Stand der Scala an einem feststehenden, mit Nonius versehenen Zeiger, dreht dann weiter, bis sich die anderen Schenkel im Doppelbilde decken und notirt wieder den Stand, so gibt die Differenz der beiden notirten Stände die Winkelgrösse an. Mit dem Doppelbild-Goniometer kann man bis auf eine Minute und darunter genau messen und entfällt hier das ohne beweglichen Objecttisch nicht ganz leichte Einstellen des Winkels in das Fadenkreuz gänzlich. Auch mittelst eines um die optische Achse drehbaren runden Objecttisches, der am Rande eine Kreistheilung trägt, und eines feststehenden Fadenkreuz-Oculares kann man Winkel unter dem Mikroskope messen; diese Vorrichtung findet sich aber nur an den grössten, für mineralogische Zwecke bestimmten Stativen und wird weiter unten besprochen werden; doch kann man auch Flächenwinkel blos mit dem Ocularmikrometer messen: und zwar auf trigonometrischem Wege, da solche Messungen bei mikrochemischen Untersuchungen leicht vorkommen können und da man bei der Billigkeit der Ocularmikrometer dieselben sehr häufig antrifft und dieselben eigentlich keinem Mikroskope fehlen sollten, so geben wir im Folgenden eine Anleitung zur Messung solcher Winkel mit dem Ocularmikrometer, wobei wir voraussetzen, dass der Leser weiss, was ein cosinus ist und dass diese trigonometrische Function mit der Abkürzung „cos." bezeichnet wird. Wer es nicht weiss, lese es in einem Conversationslexikon oder einem Lehrbuche der Mathematik für Oberrealschulen oder Obergymnasien nach.

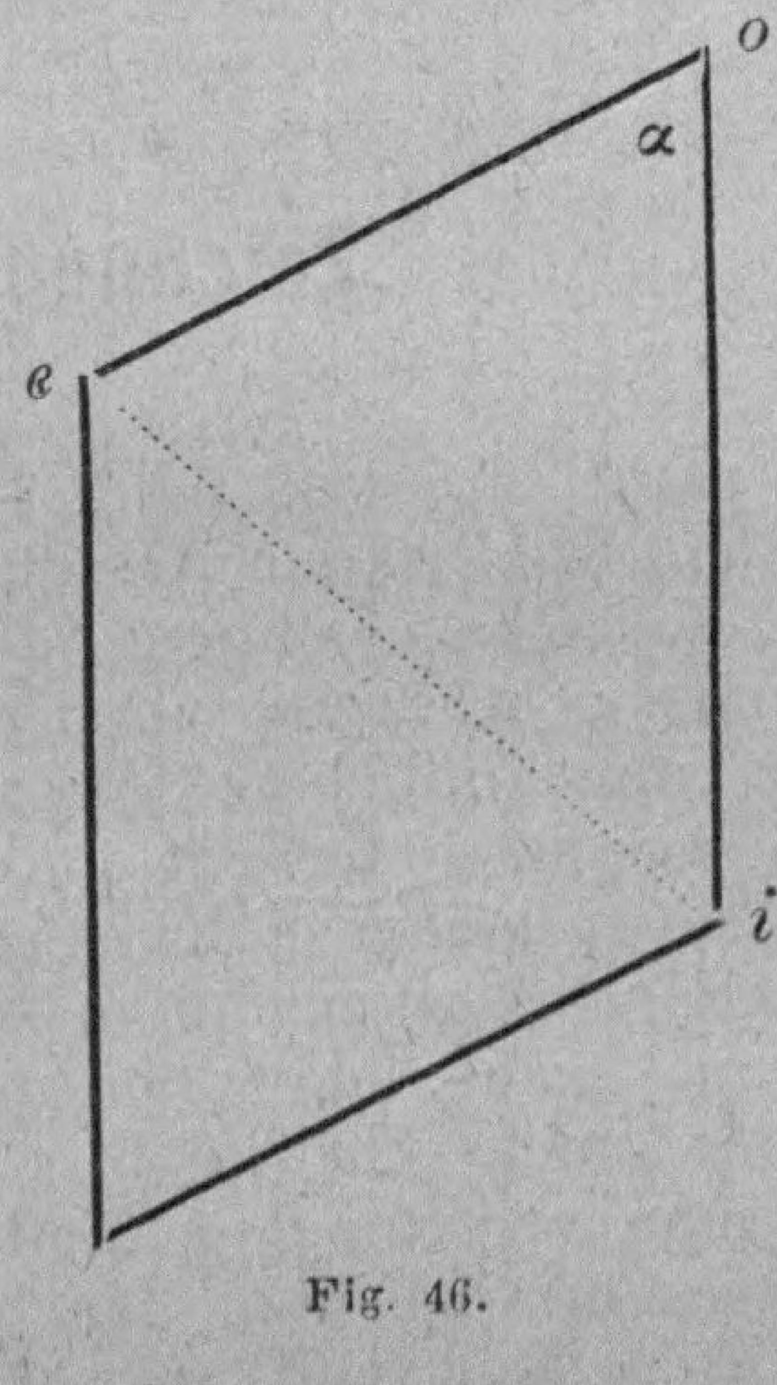


Fig. 46.

Fig. 46 zeigt das vergrösserte Bild eines an einem mikroskopisch kleinen Krystall befindlichen Flächenwinkels α, welcher zu messen ist. Man misst nun nach der im Vorigen bei Besprechung der Längenmessung angegebenen Methode mit dem Ocularmikrometer die Länge der Schenkel *oe* und *oi* des zu messenden Winkels α und sohin die Länge der punktirten Linie *e i*, welche den Abstand beider Schenkelendpunkte des Winkels α darstellt; man erhält so die drei Grössen *oe*, *oi* und *ei*; die Summe dieser drei Liniengrössen $oe + oi + ei$ setzt man $= s$ und erhält nach der Formel

$$\cos {}^1/_2 \alpha = \frac{\sqrt{s\,(s - ei)}}{oi \times oe}$$

den Winkel $^1/_2\ \alpha$, indem man den erhaltenen Ausdruck oder dessen Logarithmus in den in jeder Buchhandlung erhältlichen trigonometrischen Tabellen nachsucht. Wenn man aber $^1/_2\ \alpha$ weiss, so ergibt sich die wahre Grösse des Winkels α, wenn man den in den Tabellen gefundenen Werth mit 2 multiplicirt.

Die Grösse anderer Winkel als Flächenwinkel, z. B. Neigungswinkel, in verticaler Ebene zu bestimmen, ist schon schwieriger und erfordert schon bedeutendere trigonometrische Kenntnisse, weshalb wir hier nicht näher darauf eingehen; ein um seine horizontale Achse inclinirender Objecttisch mit Gradtheilung (nicht zu verwechseln mit dem um die senkrechte, optische Achse drehbaren Tisch) leistet dabei gute Dienste, ist aber selten anzutreffen und in keinem mir bekannten Preiscourante aufzufinden, doch kann er einigermaassen durch Handhabung des oben besprochenen Focimeters ersetzt werden; immerhin aber ist das ganze Verfahren ein zu complicirtes, um in einem Leitfaden Platz zu finden und man wird mit Hilfe anderer Kriterien leicht mit der hier beschriebenen Flächenwinkelmessung zur Bestimmung des Krystallsystems sein Auslangen finden, wenn man recht viele in der Objecttischebene erscheinende Winkel misst und vergleicht.

Man kann Winkel übrigens auch ohne jedes Mikrometer messen, indem man sie mittelst irgend einer der im Folgenden angegebenen Methoden nachzeichnet und dann auf der Zeichnung mit dem Transporteur misst.

Zeichnen mikroskopischer Objecte.

Es ist natürlich, dass man, wenn man das unter dem Mikroskope Gesehene festhalten will, dasselbe zeichnen oder photographiren muss; während aber zum Letzteren schon umständlichere Apparate und Utensilien gehören, unterliegt es für einen geübten Zeichner keiner Schwierigkeit, das Bild eines Objectes zu zeichnen, welches er im Mikroskope sieht; da aber nicht jeder Mikroskopiker auch ein geübter Zeichner ist, so hat man verschiedene Methoden ersonnen, die es ermöglichen, das im Mikroskope entworfene Bild theils mit, theils ohne Hilfe von Apparaten auf dem Zeichenpapier projicirt zu erblicken, so dass man dann die Contouren blos nachzuziehen braucht. Von diesen zahlreichen Methoden wollen wir hier nur einige erwähnen, da eine ausführlichere Besprechung weder nöthig noch dem Umfange dieses Leitfadens angemessen wäre.

Eine sehr einfache Methode zum Zeichnen ist das sogenannte „Doppeltsehen“ Dabei legt man ein Blatt Papier rechts neben den Fuss des aufrechtstehenden Mikroskopes auf den Tisch und sucht nun sich daran zu gewöhnen, mit dem linken Auge in das Mikroskop zu blicken und hält dabei das rechte Auge auf das Blatt Papier gerichtet, so dass es natürlich offen bleiben muss. Bei einiger Uebung wird es nun leicht möglich sein, die Spitze des in der rechten Hand gehaltenen Bleistiftes durch das Verfahren, welches eben beschrieben wurde, gleichzeitig mit dem Bilde im Mikroskope zu sehen. Freilich gehört dazu eine derartige Regulirung der Beleuchtung, dass das mikroskopische Bild fast gleich hell mit dem Zeichenpapiere beleuchtet erscheint. Ist das Bild im Mikroskope heller, so sieht man den Bleistift nicht deutlich, ist das Papier heller als das mikroskopische Bild, so entschwindet das Letztere, gleich als wäre es in einen weissen Nebel eingehüllt. Hat man kurzsichtige Augen, so muss man das Zeichenpapier überdies noch durch untergelegte Bücher etc. in die deutliche Sehweite bringen; weitsichtige Beobachter dagegen müssen umgekehrt das Mikroskop höher stellen, indem sie es etwa auf dem Mikroskopkasten situiren, während das Papier auf dem Tische liegen bleibt.

Misst man nun mit einem Zirkel die Zeichnungen, die ein Kurzsichtiger gemacht hat und dann das Object selbst im Mikroskope, so wird man, wenn man die erste Grösse mit A, die zweite mit B bezeichnet, den Quotienten $\frac{A}{B} = V$, d. i. die Vergrösserung finden, in welcher der Kurzsichtige das Bild im Mikroskope sieht; thut man dasselbe mit der Zeichnung des Weitsichtigen, nimmt hier die Grösse der Zeichnung $= A_1$, so gibt $\frac{A_1}{B} = V_1$ nämlich die Vergrösserung, in welcher der Weitsichtige das Object erblickt. Eine einfache Vergleichung ergibt, dass die Zeichnung des Weitsichtigen grösser sein wird, als die des Kurzsichtigen, d. h. $A_1 > A$; da nun der Quotient, das ist B (die wahre Grösse des betrachteten Objectes) in beiden Fällen

gleich bleibt, so ergibt sich daraus, dass auch $V_1 > V$ oder mit anderen Worten: Jeder Mensch sieht je nach der Brennweite seiner Augenlinse ein und dasselbe Object im Mikroskope bald grösser, bald kleiner! Was ist also die eigentlich richtige Vergrösserung?

Offenbar jene, in welcher das Object einem normalsichtigen Auge erscheint! — Was ist aber ein normalsichtiges Auge? Man ist übereingekommen, ein solches Auge als normalsichtig zu erklären, welches beim Doppeltsehen (vorausgesetzt, dass beide Augen gleich sind, was nicht bei allen Menschen der Fall ist) das mikroskopische Bild auf eine weisse Papierfläche deutlich projicirt erblickt, welche 250 mm vom Auge absteht; diese Entfernung des deutlichen Sehens nennt man Sehweite und man sagt: Conventionell nennt man jenes Auge ein normales, welches 250 mm Sehweite hat und alle Vergrösserungstabellen werden auf diese Sehweite bezogen. Man weiss nun, dass sich die Vergrösserungen, in denen ein Weitsichtiger (V_1) und ein Kurzsichtiger (V) ein Object sieht, so verhalten, wie die Sehweiten der beiden Individuen: $V_1 : V = S_1 : S$; S_1 und S lassen sich aber bei jedem Beobachter mit dem Maassstabe messen, indem man die Distanz misst, in welcher jeder bei der oben angegebenen Zeichenmethode mittelst Doppeltsehens das Papier vom Auge haben muss, um die auf dem Papier ruhende Bleistiftspitze und die Contouren des vergrösserten Bildes gleich deutlich zu sehen. Diesen Umstand kann man nun dazu benützen, um mittelst des Nachzeichnens durch Doppeltsehen die wahre Vergrösserung seiner Linsencombinationen zu bestimmen, indem man V als wahre Vergrösserung annimmt und gleich x setzt; S ist für die wahre Vergrösserung gleich 250 mm, V_1 findet man, indem man mit dem Cirkel das mittelst Doppeltsehens auf dem Papiere projicirte und etwa wenigstens in den Umrissen gezeichnete Bild entweder eines Objectmikrometers oder eines vorher für dieselbe mittlere Tubuslänge von 160 mm mit dem Ocularmikrometer gemessenen Gegenstandes abmisst, wo dann wie oben auseinander gesetzt, $V_1 = \frac{A_1}{B}$;

S_1 misst man direct mit dem Maassstabe; nun setzt man: $V_1 : V_x = S_1 : 250$ und hat

$$V_x = \frac{250\ V_1}{S_1}$$ als wahre Vergrösserung,

d. h. als Vergrösserung bei 160 mm und 250 mm, welche conventionell als wahre gilt.

Da die Messung der wahren Vergrösserung jeden Mikroskopbesitzer interessiren dürfte und sich auf dem vorgeschilderten Wege ohne weiteren Apparat als Mikrometer, Zoll- oder Centimeterstab, Papier und Bleistift, sowie einem Cirkel ausführen lässt, wollen wir hier ein Beispiel geben.

Nehmen wir an, wir hätten den Tubus so weit zusammengeschoben, dass dessen Länge genau 160 mm beträgt; sohin hätten wir z. B. Hartnack's System 7 und Ocular 2 an dem Tubus an- resp. eingesetzt. Wir legen nun, da uns ein Objectmikrometer nicht zur Disposition steht, unser Ocularmikrometer auf den Objectisch als Object hin und stellen scharf ein; nun legen wir ein Papier neben den Fuss des Mikroskopes und versehen unsere rechte Hand mit einem Bleistift. Wir blicken mit dem linken Auge in das Mikroskop, mit dem rechten auf das Papier, resp. die Bleistiftspitze und reguliren die Beleuchtung so lange durch Schirme vor dem Papier oder durch Blendungen am Mikroskope, bis wir das Bild des Ocularmikrometers vergrössert und halbwegs deutlich auf dem Papiere sehen. Da merken wir, indem wir bald das Mikroskop, bald das Papier durch Unterlagen erhöhen, dass wir kurzsichtig sind, weil wir das Papier durch untergelegte Bücher unserem rechten Auge bis auf 204 mm Entfernung nähern müssen, um, ohne besonderer Accomodationskünste zu bedürfen, die Bleistiftspitze am Papier deutlich und gleichzeitig mit dem Bilde des als Object benützten Ocularmikrometers wahrzunehmen. Nun zeichnet man den kleinsten Theil des Ocularmikrometerbildes, z. B. 0·1 mm, auf dem Papiere nach, misst mit dem Cirkel und findet mit Hilfe eines Centimetermaassstabes, dass das vergrösserte Bild eines Zehntel Millimeters auf dem Papiere 18·1 mm lang erscheine; A_1 ist also hier $= 18{\cdot}1$ mm, $B = 0{\cdot}1$, folglich $V_1 = 181$; da unsere Sehweite 204 mm gefunden wurde, so ergibt sich die Proportion $181 : 204 = V\,x : 250$ oder $V\,x$, d. i. die gesuchte wahre Vergrösserung für Hartnack's System 7 und Ocular 2 bei

160 mm Tubuslänge $= \frac{250 \times 181}{204}$ ist $=$

221·81 oder rund 222malige lineare Vergrösserung. — Hartnack gibt abweichend von der Convention die Vergrösserung bei 180 mm Tubuslänge an; suchen wir in seiner Tabelle die Vergrösserung für Objectiv 7 und Ocular 2, so finden wir für 180 mm Tubuslänge die Zahl 250; da sich nun die Vergrösserungen verhalten, wie die Tubuslängen, so setzen wir, um die Probe

zu machen, ob unsere Berechnung richtig war, die Proportion an:

$$222 : 160 = 250 : 180$$

und finden

$$160 \times 250 = 40.000$$
$$\text{und } 180 \times 222 = 39.960$$

wir haben uns also blos um

$$40.000 - 39.960 = 40$$

geirrt, gewiss ein kleiner Irrthum, da er nur 1 per Mille, d. i. 0·1% beträgt und übrigens auch darin seinen Grund haben kann, dass Hartnack in der Tabelle die unserem Ergebniss für 180 mm entsprechende Zahl, nämlich 249·375 auf 250 abrundete; doch sei dem wie dem wolle, es wird immer gut sein, mehrere solcher Messungen vorzunehmen und aus diesen dann das arithmetische Mittel zu ziehen, indem man die Messungsresultate addirt und durch die Zahl der Messungen dividirt. Die so gefundenen Zahlen benützt man dann zur Anlegung einer Vergrösserungs-Tabelle für seine Oculare und Objective.

Die vorgeschilderte Anwendung des Zeichnens mittelst Doppeltsehens behufs Auffindung der wahren Vergrösserung eines Mikroskopes ist die wichtigste, weshalb wir sie so ausführlich geschildert haben; zur Ausführung wirklicher Zeichnungen mag das Doppeltsehen für geübtere Zeichner genügen, indem es die Proportionen genau festzuhalten gestattet; für den minder Geübten hat diese Methode das Missliche, dass die Stellung der Augen während des Zeichnens fortdauernd dieselbe bleiben muss, soll anders das Bild richtig werden. Aus diesem Grunde wurden mehrere Apparate ersonnen, welche eigentlich nichts Anderes bewirken, als eine Erleichterung des Doppeltsehens, wobei man den durch jeden optischen Apparat bewirkten Lichtverlust in Kauf nehmen muss, sich aber im Uebrigen bezüglich Regulirung der Lichtintensität in Bezug auf die Erzielung möglichster Gleichheit zwischen der Beleuchtung des Objectes im Mikroskope und der am Zeichenpapiere ruhenden Bleistiftspitze, ferner Regelung der der individuellen Sehweite des Zeichners entsprechenden Distanz des Zeichnenpapieres vom Auge — ganz nach den schon oben beim Zeichnen mittelst Doppeltsehen angegebenen Grundsätzen zu halten haben wird. Im Folgenden wollen wir die gebräuchlichsten Zeichnenapparate erklären.

Zeichnenapparate.

Der einfachste Zeichnenapparat ist das Sömmering'sche Spiegelchen; dasselbe eignet sich aber blos für Mikroskope, welche entweder Umlegung gestatten, oder mit einem Knieansatze versehen sind. Bei Mikroskopen, welche diese Vorrichtungen nicht haben — müsste man auf einer verticalen Fläche, etwa wie auf einer an der Wand aufgehängten Tafel zeichnen.

Fig. 47 zeigt uns das Sömmering'sche Spiegelchen in ¾ natürlicher Grösse. *Sp* ist ein kleines, ovales Spiegelchen aus Metall,

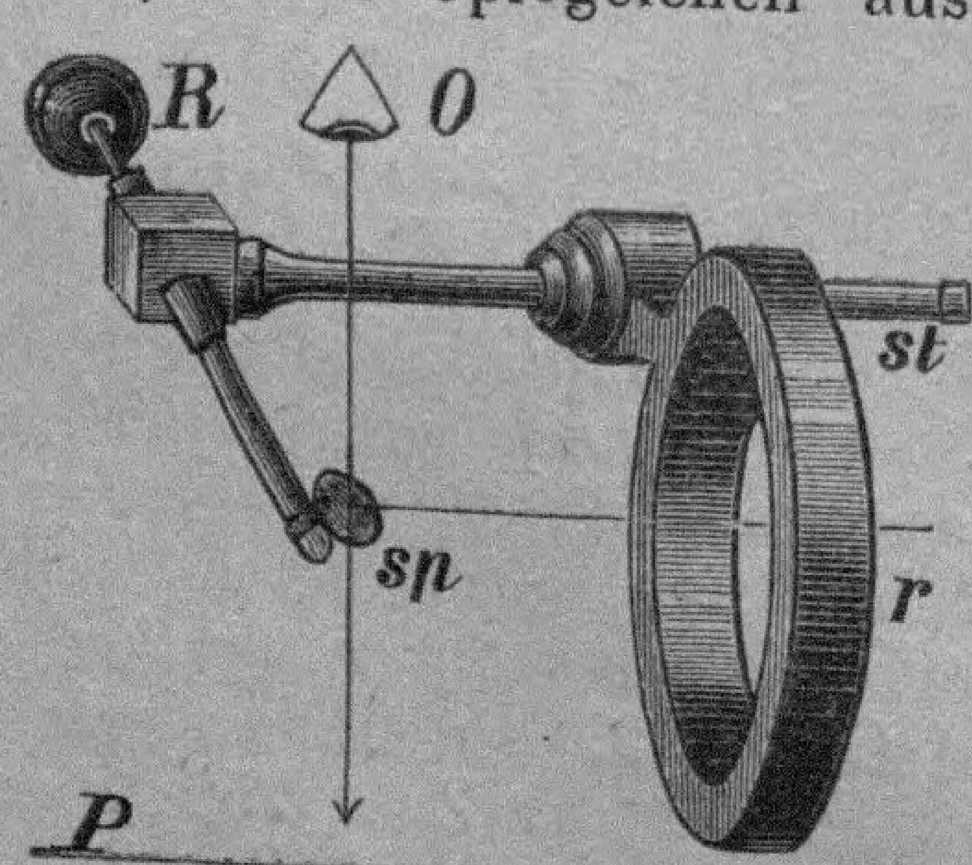


Fig. 47.

circa 2 mm im Durchmesser, welches mit dem Knopfe *k* in einen beliebigen Winkel zur Horizontalen gebracht werden kann. An dem Stängelchen *st* lässt es sich dem Oculare nähern und entfernen. Der Ring *r* wird auf den Tubus des umgelegten Mikroskopes aufgesteckt und dann das Ocular eingeschoben, sohin der Spiegel *sp* mit dem Knopfe *k* gedreht, bis er zur Tubusaxe des Mikroskopes, wenn dasselbe vollkommen horizontal umgelegt ist, einen Winkel von 45° bildet. Dann sieht das in *O* befindliche Auge des Zeichners das Bild des mikroskopischen Objectes im Spiegelchen *sp*, während es gleichzeitig über das kleine Spiegelchen hinweg das Papier *P* und den Zeichnenstift sieht und so das Bild des mikroskopischen Objectes gewissermaassen auf das Papier projicirt erscheint. Dass dabei die Helligkeit des Bildes mit der Beleuchtung des Papieres im Einklang stehen und die Sehweite, wie im Vorigen beim Besprechen des Nachzeichnens mittelst Doppeltsehen ausgeführt wurde, regulirt werden müssen, versteht sich von selbst und gilt auch bei

den nachfolgenden von uns zu beschreibenden Zeichnenapparaten. Wer ein umlegbares Mikroskop besitzt, kann sich einen sehr guten Zeichnenapparat selbst improvisiren, indem er ein viereckiges Deckgläschen nimmt und dasselbe an den Rand des Oculares seines umgelegten Mikroskopes befestiget; es wirkt ähnlich wie das Sömmering'sche Spiegelchen. Fig. 48 versinnlicht diesen Apparat.

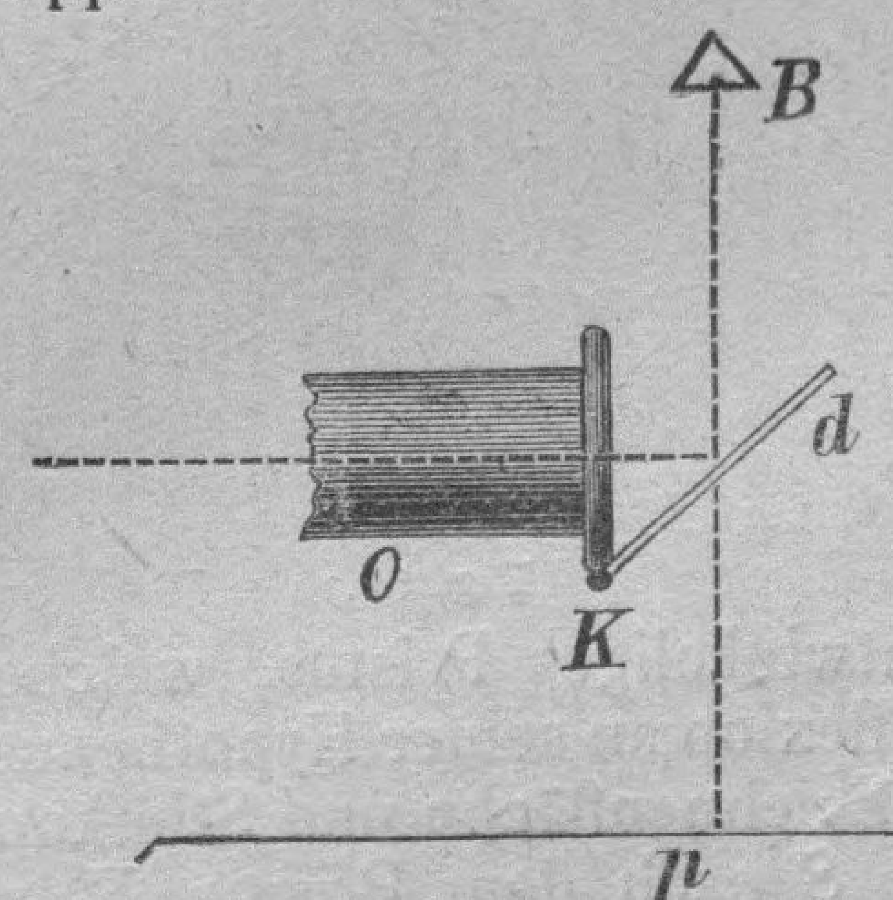


Fig. 48

O ist das Ocularrohr des horizontal umgelegten Mikroskopes; an demselben ist mit Diachylonpflaster, Terpentinwachs und dergleichen, das grosse und dünne Deckgläschen *d* befestigt; am Besten hält es, wenn man bei *k* das Klebmittel in Form eines walzenförmigen Klümpchens anbringt. Sieht nun das Auge des Beobachters in *B* durch das Deckgläschen, welches um 45° zur Horizontalen geneigt ist, auf das Papier *p*, so sieht es in *d* das Spiegelbild des mikroskopischen Objectes und durch das Deckglas das Papier *p*, ähnlich wie man im Fenster eines beleuchteten Eisenbahnwagens das Spiegelbild des Waggoninneren und gleichzeitig durch dasselbe die draussen befindlichen beleuchteten Objecte sieht.*) Dabei thut man gut, das Mikroskop auf Bücher u. dergl. zu stellen, um unter dem umgelegten Tubus in bequemer Sehweite zeichnen zu können; durch vorgestellte Bücher u. dergl. lässt sich dann auch die Beleuchtung des Zeichnenpapieres reguliren. Dieser einfache, zuerst in etwas anderer Form von Prof. Vogel angegebene Zeichnenbehelf übertrifft an Lichtstärke die meisten kostspieligen Apparate und kostet gar nichts. An Stelle des Sömmering'schen Spiegelchens nahm Oberhäuser (Hartnack's Vorgänger) ein ganz kleines rechtwinkeliges Glasprisma (welches durch totale Reflexion ähnlich wirkt, wie unser vorhin als Zeichnenapparat benutzes Deckgläschen) und welches in einem schwarzen Metallringe drehbar gefasst ist; um dabei auch bei nicht umgelegten, aufrechtstehenden Mikroskopen zeichnen zu können, combinirten Hartnack's Nachfolger, Chevalier und Oberhäuser, das kleine Prisma mit einem knieförmigen Ocular, welches gestattet, aufrecht sitzend in's Mikroskop zu blicken, ohne dessen Oberkörper umlegen zu müssen. Fig. 49 zeigt das kleine Glasprisma in natürlicher Grösse und erläutert dessen

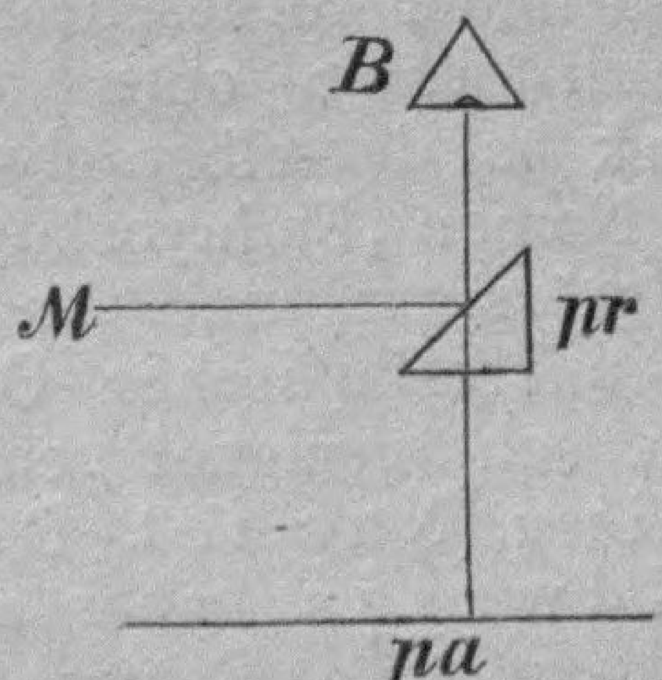


Fig. 49

Wirksamkeit; *B* ist das Auge des Beobachters, *pa* das Zeichnenpapier, *pr* das kleine Prisma, welches die vom umgelegten Mikroskope kommenden Strahlen in's Auge *B* reflectirt, welches über das kleine Prisma hinweg das Papier *pa* erblickt und darauf das Bild des mikroskopischen Objectes projicirt erblickt. Fig. 50 zeigt uns die Oberhäuser'sche Com-

*) Auf demselben Principe beruhen die Geistererscheinungen, wie sie z. B. Kratky-Baschik in Wien zeigt.

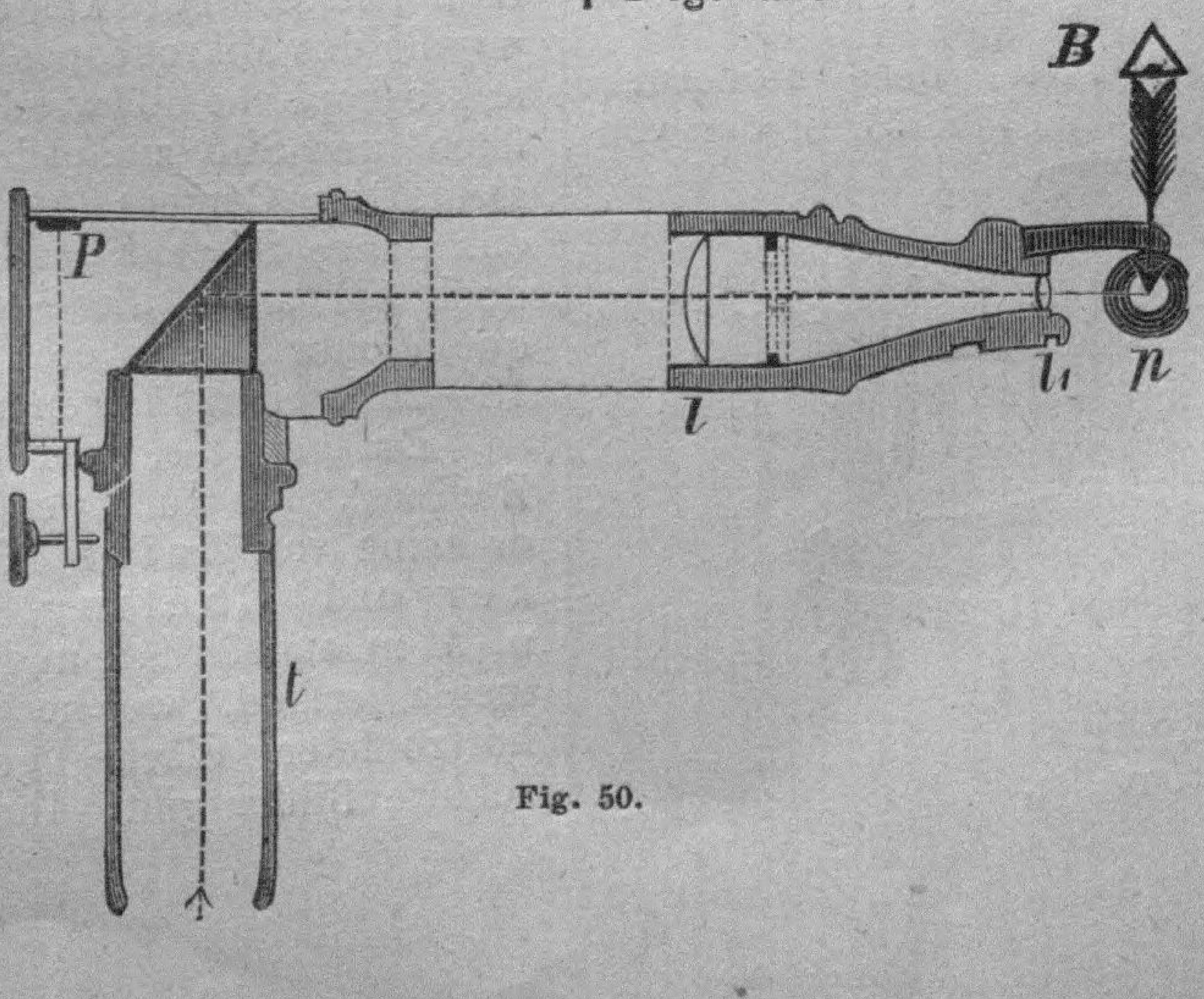


Fig. 50.

bination dieses kleinen Prismas mit dem knieförmigen Ocular, welches mit der Röhre *t* an Stelle des gewöhnlichen Oculars in den Tubus eines aufrechtstehenden Mikroskopes gesteckt wird. *P* ist ein grosses rechtwinkeliges Glasprisma, an dessen Kathete das mikroskopische Bild, und zwar in horizontaler Richtung reflectirt wird. Würde das Auge des Beobachters sich in *p* an Stelle des in einen schwarzen Ring gefassten kleinen Prismas befinden, würde es das mikroskopische Bild im Prisma *P* in der Richtung *P—p* erblicken, und zwar wie durch ein anderes Ocular, da die Ocularlinsen *l* und l_1 ebenso wirken wie Collectiv- und eigentliches Ocularglas eines Huyghenschen Oculares; wird aber das Prisma *p* vor den Apparat gebracht und blickt nun das Auge in B nicht horizontal, sondern vertical in der Richtung des Pfeiles auf das Prisma *p*, so sieht es in *p* das mikroskopische Bild und neben *p* durch die Oeffnung des obenerwähnten schwarzen Ringes das Zeichnenpapier. Derartige Apparate werden Camera lucida genannt und so heisst auch der vorbeschriebene Apparat von Oberhäuser oder Chevalier. Hartnack hat denselben etwas modificirt unter dem Namen „Embryoskop" zum Nachzeichnen grösserer und schwach vergrösserter mikroskopischer Objecte, z. B. Embryonen, sehr geeignet gemacht.

Gerling, Nachet, Doyère und Milne-Edwards haben auf ähnlichen Principien beruhende Camera lucidas für aufrechtstehende Mikroskope angegeben. Bei der letztgenannten sieht man nicht auf das Papier, sondern über ein ganz kleines Prisma in das Mikroskop und wird durch ein zweites grösseres Prisma das Bild des Papieres mit dem Zeichnenstifte in das Mikroskop hineinprojicirt; doch hat dieser Apparat den Fehler, dass, um Verzeichnung zu verhüten, die Zeichnenfläche um 22·5 Grad gegen den Horizont geneigt werden muss.

Zeiss, der Vater der modernen Mikroskopie, hat die in Fig. 51 in der von

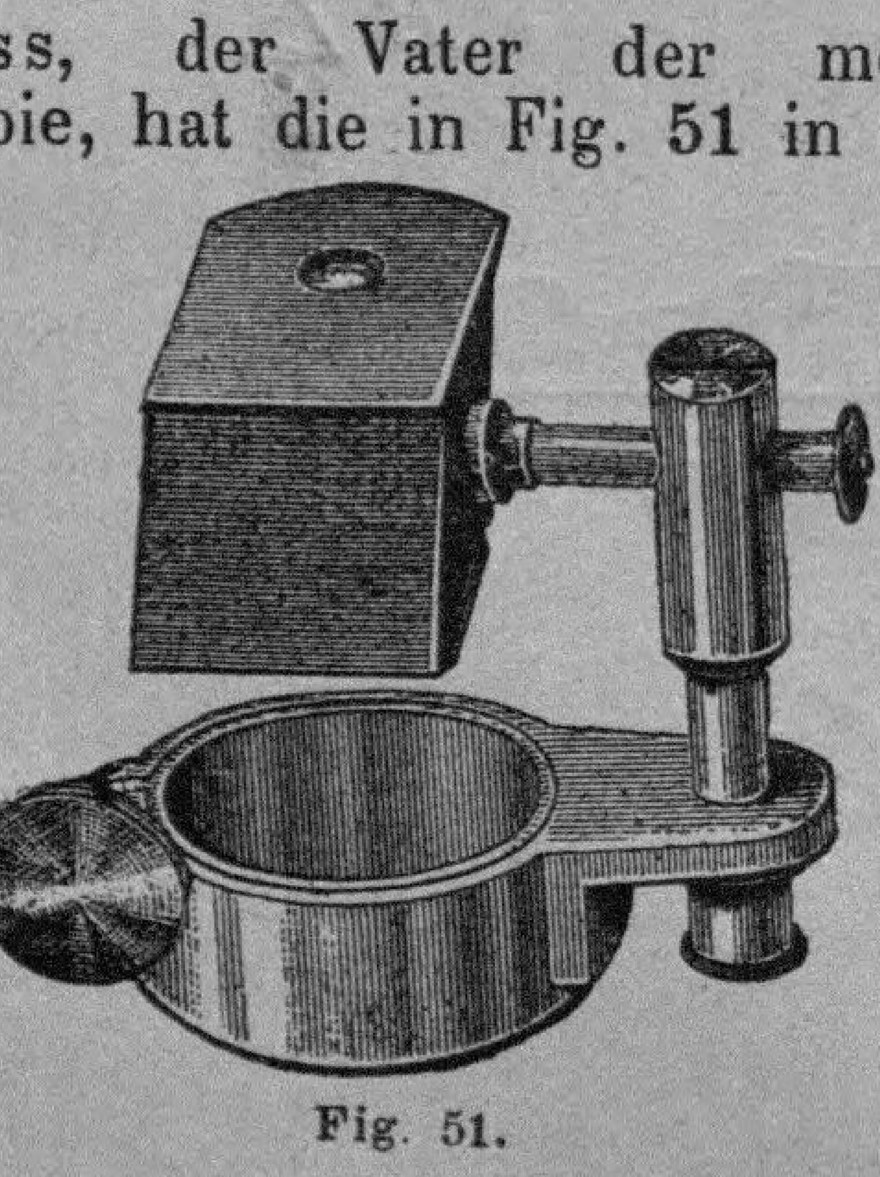


Fig. 51.

Merker und Ebeling in Wien adaptirten Form abgebildete Camera lucida erfunden, deren innere Einrichtung Figur 52 zeigt. *A* ist

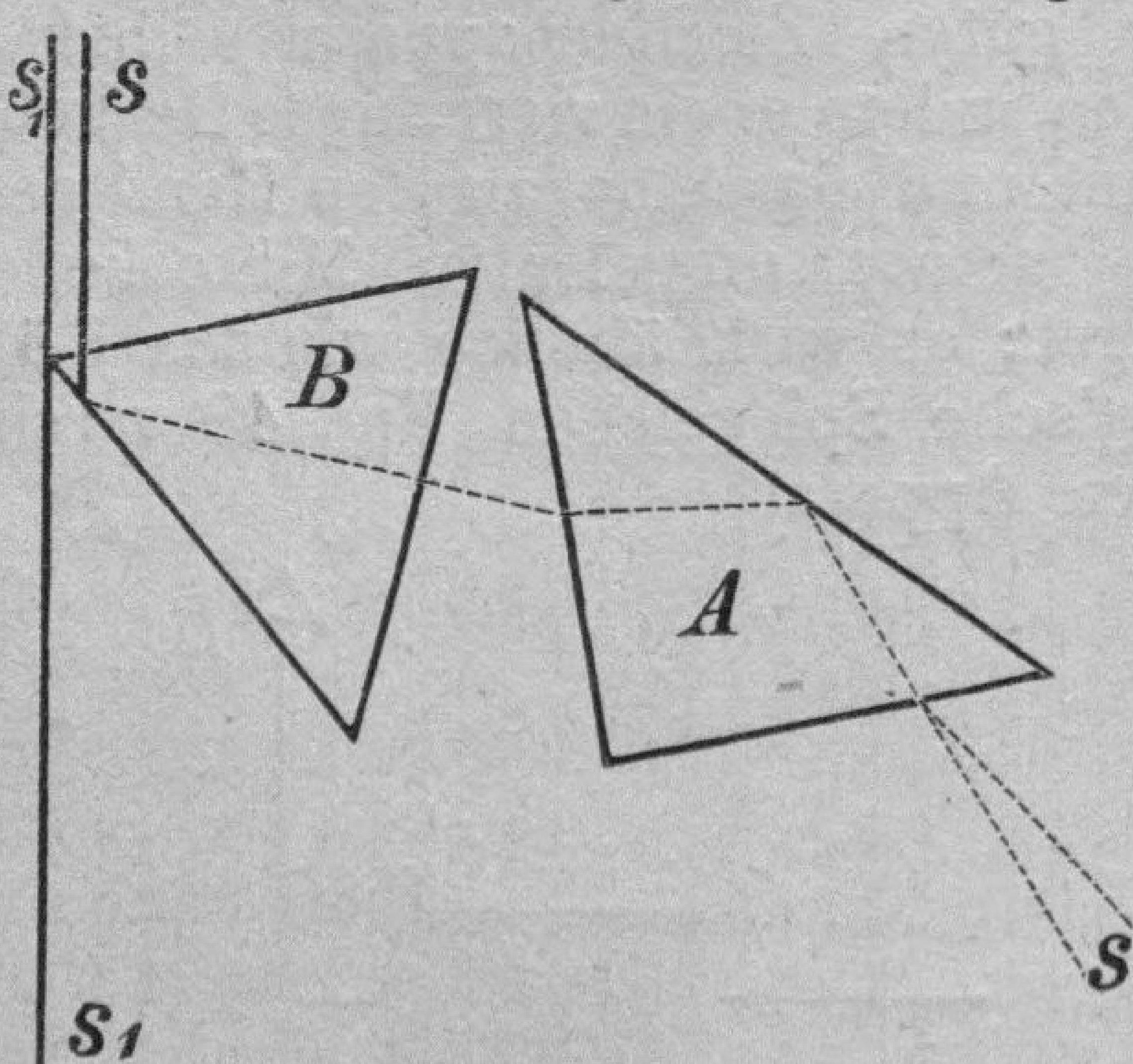


Fig. 52.

ein rechtwinkeliges Prisma, welches durch totale Reflexion an seiner Hypothenusenfläche die von Zeichnenfläche und Stift kommenden Strahlen *S* nach dem Prisma *B* reflectirt; dieses Prisma *B* ist gleichseitig und gegen das erste Prisma unter einem Winkel von 27° geneigt und wirft mit seiner Vorderfläche die Strahlen *S* zum zweitenmale zurück, um sie dann parallel mit der Tubusachse nach Oben zu lenken.

Fig. 53 zeigt den Apparat im Durch-

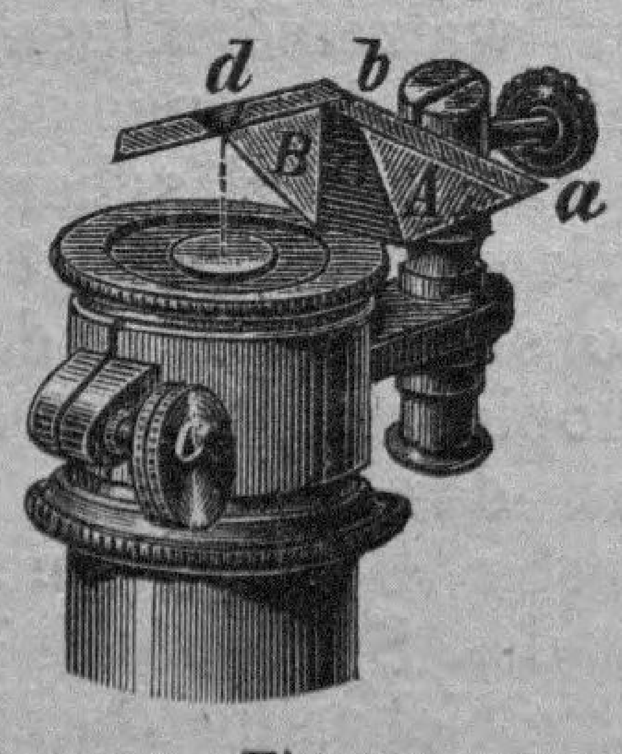


Fig. 53.

schnitte und am Ocular angebracht. Die Camera wird an dem Knopfe *a* beim Gebrauch etwas geneigt und das Prisma *B* so gerichtet, dass seine vordere, durch die Oeffnung der Camera *d* sichtbare Kante gerade die Austrittspupille des Mikroskopes halbirt und man das mikroskopische Bild wie das Bild von Zeichnenfläche und Stift zugleich deutlich und scharf sieht. Diese Camera lässt bei voller Bildschärfe das ganze Sehfeld des Oculares übersehen, doch hat auch diese Camera die Unbequemlichkeit, dass die Zeichnenfläche um 18—24° geneigt liegen muss.

Dr. Abbe, der theoretische Helfer Zeiss', hat auch dem abgeholfen, indem er seine von Zeiss, Reichert, Merker und Ebeling, Paul Wächter u. A. m. angefertigte und beziehbare Camera lucida erfand, welche ein Zeichnen auf horizontaler Fläche gestattet und sehr scharfe Bilder gibt. Ihre Einrichtung zeigt

Fig. 54. *p* und *p* sind zwei rechtwinkelige Prismen, die mit ihren Hypothenusenflächen aufeinandergekittet sind (mit Canadabalsam); die Hypothenusenfläche des Prismas *p* ist überdies mit einer spiegelnden Silberschichte belegt, in welche ein ovales Loch *o* — das kleiner sein muss als die menschliche Pupille in normaler Contraction — eingekratzt ist. Bei *d* ist die Hülse, in der die zwei zusammengekitteten Prismen gefasst sind, ausgeschnitten. Unter dem Auschnitt geht der Arm *A* aus, an dem ein gewöhnlicher, drehbarer Spiegel *Sp* angebracht ist. Ist *pa* die Zeichnenfläche, so nimmt der Spiegel *Sp* deren Bild auf, wirft es, wenn er unter 45° geneigt ist, in hori-

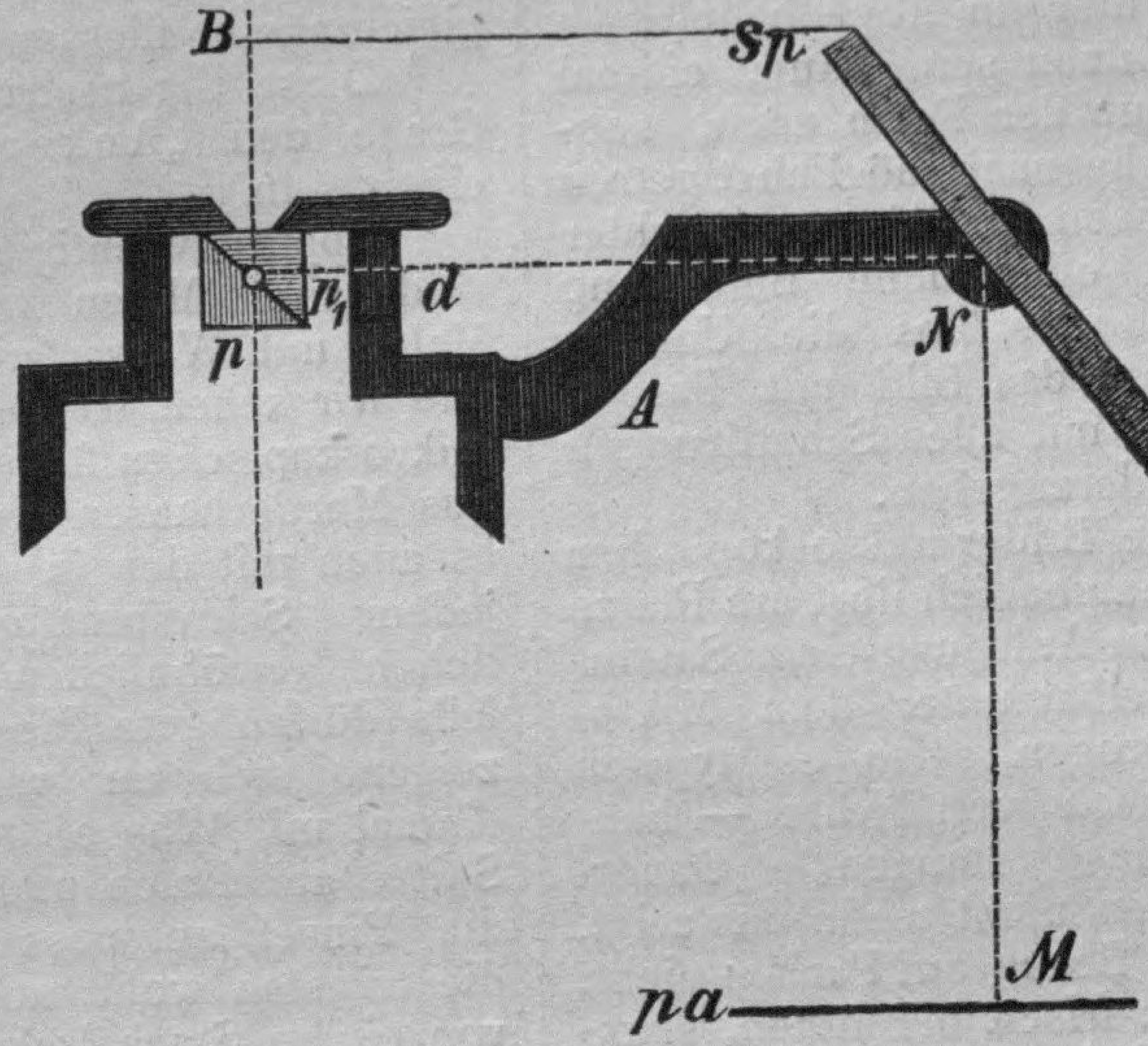


Fig. 54.

zontaler Richtung durch die Oeffnung *d* in die auf die Ocularlinse des aufrechtstehenden Mikroskopes aufgesetzte Hülse der Camera, so dass die Strahlen vom Bilde des Papieres *MN* von *N* nach *o* und von der spiegelnden versilberten Hypothenuse des Prismas *p* in das Auge des Beobachters *B* reflectirt werden; gleichzeitig sieht der Beobachter aber durch die in die Silberschicht eingekratzte pupillenartige Oeffnung *o* das Bild im Mikroskope. Es wird also auch hier das mikroskopische Bild nicht wie beim Sömmering'schen Spiegelchen auf's Zeichnenpapier, sondern das Bild des Papieres in das mikroskopische Bild projicirt. Zwischen dem Spiegel *Sp* und der Oeffnung *d* schaltet Dr. Abbe dunkle Gläser ein, welche die Regulirung der Helligkeit der vom Papier kommenden Strahlen und deren Gleichstellung mit der Intensität des im Mikroskop erblickten Bildes bei stärkeren Vergrösserungen erleichtern sollen.

Wir schliessen hiermit die Beschreibung der Zeichnenapparate und bemerken, dass was immer man für eine Zeichnenmethode wählt, um die im Mikroskope gesehenen Bilder zu fixiren, das Verständniss für Zeichnen überhaupt, durch keinen Apparat und keine Methode ersetzt wird; Uebung wird auch hier den Meister machen; man übe sich also am Nachzeichnen von leichteren Probeobjecten, wie z. B. Schmetterlingsschuppen und versuche es dann mit schwierigeren. Feinkörniges, sogenanntes Watmann-Papier und dreierlei Hardmuth-sche Zeichnenstifte Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4 werden wohl als Zeichnenmaterialien ausreichen: dass man die Bilder coloriren kann, leuchtet von selbst ein.

Strengste Wahrheitsliebe, Zurückdämmung aller Phantasie, Hinweglassung offenbarer zufälliger Verunreinigungen des Präparates müssen wir dem zeichnenden Mikroskopiker an's Herz legen.

Malen mikroskopischer Gegenstände.

Wir haben im letzten Abschnitte das Zeichnen unter dem Mikroskope besprochen und können nicht umhin, über das Malen oder vielmehr über das Coloriren der nach dem mikroskopischen Bilde entworfenen Zeichnungen einige Zeilen beizufügen, weil es gerade für die hier im Auge behaltenen Zwecke oft von Nutzen sein kann, einmal Gesehenes nicht nur der Form nach, sondern auch der Farbe nach möglichst getreu wiederzugeben, umsomehr als es leichter ist, sei es nun mit oder ohne Benützung eines Zeichnenapparates blos die Umrisslinien zu ziehen und das Bild mit Farben zu vollenden, als es mit allen Schattirungen blos graphisch wiederzugeben.

Solche colorirte Bilder mikroskopischer Präparate werden namentlich dort am Platze sein, wo es sich um Anlegung einer Sammlung von Bildern selbst unter dem Mikroskope gesehener Drogen, seien es typisch echte — oder typisch verfälschte — handelt und wo oft das gelungenste Dauerpräparat nach Jahren nicht mehr das zeigt, namentlich aber in Bezug auf Farben nicht, was an einem ganz frisch bereiteten, sozusagen ex tempore-Object zu sehen war.

Zu Zeichnungen, die colorirt werden sollen, nimmt man nicht glattes, sondern feinkörniges, sogenanntes Aquarell-Malpapier, dessen Textur aber doch nicht zu stark körnig sein soll, dass die Contouren der Zeichnung undeutlich würden.

Hat man die Zeichnung mit recht feinen Umrisslinien verfertigt, so geht man an das Coloriren, was freilich nicht ein bloses Ausfüllen der Contourräume, sondern ein wirkliches Herausarbeiten der Farbentöne aus den Grundtönen des Bildes sein soll.

Die Farben müssen natürlich möglichst getreu nach dem Originale zusammengestellt werden.

Wir haben schon oben erwähnt, dasst beim Gebrauche enger Blenden die Contouren eines im Mikroskope gesehenen Bildes mehr hervor-, die Farben mehr zurücktreten und dass namentlich bei Entfernung aller Blenden oder Verwendung eines mit grossen Blendöffnungen belegten A b b e'schen Beleuchtungs-Apparates die Farben sehr rein, die Contouren dagegen verwischt hervortreten. Dies können wir uns hier zu Nutze machen, indem wir die Contouren bei engerer Blendöffnung, die Farben bei weiterer oder mit dem A b b e-schen Beleuchtungs-Apparat aufnehmen. Wir erhalten so ein Bild, welches einem nicht existirenden idealen Mikroskope entspricht, welches die Fähigkeit hätte, bei schärfster Contourirung auch die Färbung mit aller Reinheit wiederzugeben.

Da man im Mikroskope doch meistens Transparentbilder sieht, so müssen auch die Farben sehr leicht löslich, bindend und gleichmässig fliessend sein.

Diese Eigenschaften sollen in hohem Grade den „A c k e r m a n n'schen Farben" eigen sein.

Ebenso wichtig als Papier und Farben sind zum Malen taugliche Pinsel. Zum Malen mit Wasserfarben eignen sich die, wie wir sehen werden, auch zu anderen mikroskopischen Arbeiten benöthigten Pinsel aus Marderhaaren am Besten; doch geht es auch mit den in den meisten Fällen bei jedem Schreibmaterialienhändler erhältlichen gewöhnlichen Haarpinseln. Jedenfalls dürfen gute Pinsel nicht die Tendenz zeigen, sich zu verraufen und müssen, einmal mit Wasser befeuchtet, eine feine Spitze annehmen und behalten. Man steckt die Pinsel an passende hölzerne Stiele, die feinsten wohl auch an einen Stachel von einem Stachelschwein an, um sie bequem handhaben zu können und fasst sie beim Gebrauche wie eine Schreibfeder, doch muss die Lage gegen das Papier eine mehr senkrechte sein. Nach jedesmaligem Gebrauche muss der Pinsel, der vor dem Malen stets in destillirtes Wasser zu tauchen ist, jedesmal in ebensolchem ausgewaschen werden.

Gut ist es, für jede Hauptfarbe, z. B. roth, blau, gelb etc. je einige Pinsel verschiedener Dicke zu bestimmen. Man reicht mit fünf verschiedenen Pinselstärken aus. Die stärksten und stumpfsten Pinsel gebraucht man zum Verwaschen, d. h. Ausgleichen verschiedener Farbentöne, die mitteldicken für die Anlage der „Grundtöne" und die feinen für breitere Ausführungen.

Zur Contourirung, d. h. dem Nachziehen der mit dem Bleistift gezogenen Contouren benützt man die allerfeinsten Κατ 'εξοχήν-„Haarpinsel" genannten Pinselchen, die auch dazu dienen, farbige Punkte damit zu machen, was gerade bei Wiedergabe farbiger Zellkerne in mikroskopischen Bildern häufig vorkommt. Zu den allerfeinsten Strichelchen, z. B. bei Wiedergabe von gefärbten Bacterien bedient man sich am besten einer sogenannten Zeichnenfeder, auch Ausziehfeder genannt, die man in die etwas dünnflüssig und in grösserer Menge angeriebene Tuschfarbe eintaucht, oder mittelst eines stärkeren

Pinsels mit der nöthigen Farbenmenge versieht. Zum Anreiben der Farben bedient man sich statt einer oder mehrerer „Tuschschalen" mit ebenso gutem Erfolge kleiner Porzellanteller. Das Abreiben geschieht am besten in Aqua destillata von 14° Celsius. Ist eine der gekauften Tusch- oder Honigfarben abgerieben worden, so vergesse man nicht, sie mit einem leinenen Läppchen leicht abzutupfen, da sie sonst beim Trocknen leicht Rupturen bekommt und in mehrere Bruchstücke zerfällt. Dass man durch geschickte Mischungen der Hauptfarben die verschiedensten Farbennuancen hervorbringen kann — ist bekannt.

Schon die blosse Verdünnung mit Wasser bewirkt eine Abtönung der Farben; ein tiefes Dunkelgrün lässt sich mittelst mehr weniger Wasserzusatz bis zum zartesten Frühjahrsgrün abtönen.

Der Zusatz schwarzer Tusche bewirkt meist eine graue Nuance, z. B. mit Grün, Graugrün, mit Blau, Graublau.

Weiss macht zu Farben zugesetzt dieselben heller und weniger transparent, mehr massig.

Dass Gelb mit Blau Grün ergibt ist wohl ebenso bekannt, wie, dass Blau und Roth Violett, Blau und Carmin Lila zum Resultate haben.

Aus Carmin lässt sich durch Wasserzusatz das zarteste Rosa erzielen.

Als Hauptfarben sind zu nennen: Berlinerblau, Indigo, Gummigutt, Sienna, Sepia, Carmin, Ultramarin, sogenanntes „Vermillonroth" und Tusche.

Auch ist es gut, sogenannte Neutraltinte zu besitzen. Diese dient zum Untermalen der Schattirung mittelst einer unbestimmten Farbe. Dabei werden die Schatten mit dieser Neutraltinte aufgetragen, trocknen gelassen und dann die Farben über die mit Neutraltinte gemalten Schatten übermalt („aufgesetzt" lautet der terminus technicus).

Uebrigens kann man, namentlich für Honigfarben, zum Setzen der Schatten Sepia (eine braune Farbe) verwenden.

Viele Aquarellmaler verwenden zum Anreiben der Farben nicht destillirtes Wasser, sondern, insoferne sie sich nicht der Honigfarben bedienen, einer Gummilösung. Diese verleiht den Farben einen farbendruckähnlichen Glanz, macht aber die Malerei auch sehr haltbar und verhindert das Abspringen der Farben.

Ich entnehme ein Recept zu einem solchen Gummiwasser dem 17. Bändchen von A. & G. Ortleb's „Der emsige Naturforscher und Sammler", welches sich bestens bewährt hat und theile es im Nachstehenden mit:

„Man nimmt ein Gläschen mit engem Hals und gibt in dasselbe 3 Theile des besten englischen Gummis, 2 Theile Candiszucker und giesst darüber so viel helles, weisses Wasser, als man zur völligen Auflösung des Gummis und Candiszuckers für nöthig erachtet. Alsdann setzt man das Glas, nachdem es vorher fest verschlossen worden, der Wärme aus. Zuweilen schüttle man die Flüssigkeit gut durcheinander und ist die Lösung erfolgt, so filtrire man durch Leinwand oder Flanell in ein anderes Gläschen. Auf diese Weise bereitetes Gummiwasser kann man nun zum Gebrauche wohl verkorkt aufbewahren".

Ich würde der Ortleb'schen Angabe noch hinzufügen, dass es gut ist, dem Gummiwasser einige Tropfen Phenol hinzuzufügen, um es vor Mikroorganismen und der durch diese zu befürchtenden Zersetzung zu bewahren.

Dass man mit einem nicht gut ausgewaschenen Pinsel niemals in diese Gummilösung fahren darf, versteht sich von selbst, ebenso, dass man diese Lösung, wenn sie zu dickflüssig werden sollte, so lange mit warmem Wasser verdünnen muss, bis sie im Pinsel leicht fliesst.

Mit den oben besprochenen Hilfsmitteln wird es also gelingen, die Form und Farbe mikroskopischer Präparate getreu wiederzugeben; dies ist aber, wenn man so sagen darf, in pädagogischer Beziehung für den Anfänger, namentlich für jenen, der die Waaren- und Nahrungsmittel-Untersuchung einmal praktisch ausüben will, wichtig, denn gerade so, wie sich ein denkender Mensch etwas, was er abgeschrieben hat, besser dem Gedächtnisse einprägt, so prägt sich das Bild des Gesehenen Demjenigen besser ein, der es abzeichnet und abmalt. Darüber spricht sich wohl am schönsten der Classiker der Mikrographie, P. Hartnig, Professor in Utrecht, in seinem weltberühmten, freilich jetzt einigermaassen veralteten Werke: „Das Mikroskop. Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben, Braunschweig, 1859", wie folgt aus:

„Manchmal kann der Naturforscher die Anfertigung von Abbildungen allerdings Anderen überlassen und seine Zeit nützlicher auf andere Weise verwenden; aber er müsste doch wenigstens im Stande gewesen sein, die Abbildung selbst zu machen, wenn er deren Ausführung gehörig überwachen will.

Denn ist sie einem Zeichner von Profession anvertraut, so mag sie zwar in künstlerischer Beziehung ganz vortrefflich ausfallen und dennoch entspricht sie oft-

mals ihrem eigentlichem Zwecke, nämlich so viel wie möglich ein treues Bild des Wahrgenommenen zu geben, sehr mangelhaft.

Dazu kommt noch, dass es kein besseres Mittel gibt, sich zu einem guten Beobachter auszubilden, als wenn man sich daran gewöhnt, so bald Zeit und Gelegenheit sich dazu darbieten, während der Beobachtung selbst vom Beobachteten Abbildungen zu machen. Die Erfahrung wird Jeder machen, dass, wenn man dieses thut, die Aufmerksamkeit auf manche oftmals wichtige Einzelheiten hingelenkt wird, die derselben ausserdem würde entgangen sein".

Ich habe auch deshalb der Besprechung der Lehre vom Zeichnen und Malen mikroskopischer Gegenstände in dieser Arbeit eben, weil sie ein Leitfaden für Anfänger sein soll, eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet, weil sich zu Uebungen im Abzeichnen und Abmalen sehr gut käuflich erhältliche Präparate eignen und weil diese Uebung, wie eben an der Hand des Ausspruches einer so grossen Capacität, wie Hartnig eine ist, nachgewiesen wurde, eine wichtige Vorschule für die Auffassung und Festhaltung mikroskopischer Bilder überhaupt ist.

Mikroskopische Hodegetik.

Wir sollten nach dem Zeichnen und Malen die mikroskopische Photographie besprechen; da aber diese eine genaue Kenntniss der mikroskopischen Präparirkunde und aller anderen Hilfsmittel mikroskopischer Forschung voraussetzt, weil der photographische Apparat jeden Fehler des Präparates, resp. mikroskopischen Objectes vergrössert wiedergibt, während der Zeichner solche Fehler einfach aus der Zeichnung weglässt, wird es diesem Leitfaden am angemessensten sein, die Lehre von der Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung anhangsweise am Schlusse dieser Arbeit zu behandeln.

Ebendasselbe gilt von jenen wichtigen Hilfsmitteln mikroskopischer Forschung, die ich unter dem Namen „Optische Analyse" zusammengefasst wissen will. Es sind dies die mit Hilfe von mit dem Mikroskope verbundenen Polarisations- und Spectral-Apparaten vorzunehmenden Untersuchungen, welche es ermöglichen, mit Hilfe des Lichtstrahles und seiner in den zu untersuchenden Substanzen erlittenen Veränderungen auch an den kleinen Naturkörpern, wie solche eben dem Mikroskopiker vorliegen — allerlei charakteristische optische Eigenschaften, welche sie von anderen Objecten unterscheiden — zu erkennen oder mit anderen Worten: „Mit Hilfe des Lichtes diese Naturkörper zu analysiren."

Auch diese erwähnten Untersuchungsmethoden setzen eine genaue Kenntniss aller übrigen mikroskopischen Arbeiten voraus und haben keinerlei propaedeutische Bedeutung, wie etwa das Zeichnen und Malen; also müssen auch diese, welche in einem systematischen Lehrbuch schon hier ihren Platz finden könnten, auf den Schluss dieser Arbeit aufgespart werden. Dagegen wollen wir zu der Hauptaufgabe des Mikroskopikers übergehen, nämlich zur Anfertigung mikroskopischer Präparate und zwar zunächst **von Präparaten überhaupt** und dann der **Dauerpräparate insbesondere**, d. h. solcher Präparate, die eine dauernde Aufbewahrung des betreffenden zur mikroskopischen Schau zubereiteten Objectes zum Zwecke haben.

Wir werden dabei folgenden Weg einschlagen:

Dort, wo wir ihrer bedürfen, werden wir die Hilfsmittel zur Darstellung mikroskopischer Präparate besprechen; wir werden sie also nicht collectiv, sondern gelegentlich anführen. Dabei wollen wir vom Einfacheren, d. h. mit weniger Hilfsmitteln herzustellenden, zum Schwierigeren übergehen und eine gewisse Gliederung in Präparate aus dem Pflanzen-, Thier- und Mineralreich beachten, obwohl uns diese Gliederung allein in diesem Leitfaden nicht maassgebend sein kann.

Ich hoffe, dass mir die geehrten Leser auf diesem Wege vertrauensvoll folgen und falls sie wirklich die Absicht haben, sich zu Mikroskopikern auszubilden, auch die von mir gegebenen Untersuchungsbeispiele mit ihren Instrumenten üben werden. Der rühmlichst bekannte Vorstand des pharmakologischen Institutes an der k. k. Universität Wien, Hofrath Vogel, hat nicht mit Unrecht es ausgesprochen, dass es unmöglich sei, aus dem Buche Mikroskopiren zu

lernen; wie aber jede Regel ihre Ausnahme hat, so auch hier: Fleissige, geduldige Uebung an seinem eigenen Instrumente kann einigermaassen den Lehrer ersetzen; nur darf weder oftmaliges Misslingen von einer Fortsetzung der Uebungen abschrecken, noch auch das Gefallen an etwa gelungenen Präparaten zierlicher Naturkörper ein Sichselbstgenügen bewirken, welches weitere Bemühung überflüssig erscheinen lässt und daher ein plötzliches Stehenbleiben in der mikroskopischen Ausbildung zur Folge hat.

Das beste Mikroskop ist in den Händen Desjenigen, der es nicht versteht, selbst Objecte zur Beobachtung unter dem Mikroskope vorzubereiten und der daher auf das Betrachten käuflicher Objecte angewiesen ist, ein lehrreiches Spielzeug, im günstigsten Falle ein Lehrmittel, nie und nimmer aber ein Werkzeug der wissenschaftlichen Forschung.

Die zur Selbstanfertigung von Präparaten unumgänglich nothwendigen Hilfsmittel sind im Allgemeinen im Verhältnisse zum Preise eines guten Mikroskopes und guter käuflicher Dauerpräparate nicht allzu kostspielig. Auch ist es sehr bequem, dass man dieselben an mehreren Stellen, wo auch pharmaceutische Utensilien zu haben sind, zu kaufen erhält, so in Wien bei Moller am Franzensring, ebendort bei Hammer uud Voršak, ferner beim Glasermeister Tichy in der Alserstrasse, nirgends aber in so reicher Auswahl und unter Berücksichtigung der neuesten diesfälligen Fortschritte wie beim k. k. Hoflieferanten Rudolf Siebert, VIII., Alserstrasse Nr. 19, welchem das Verdienst gebührt, die österreichisch-ungarische wissenschaftliche Welt von dem deutschen Markte emancipirt zu haben, welchen früher W. P. Stemler in Leipzig, Königsstrasse 11 in Bezug auf Glasgeräthe und Dr. Georg Grübler in Leipzig hinsichtlich der Farbstoffe und chemischen Präparate für Mikroskopie fast ausschliesslich beherrschten.

Wir gehen nun über zur Besprechung der Mikroskopischen Präpararationsmethoden.

II.

Mikroskopische Präparationsmethoden.

Jeder mikroskopischen Untersuchung muss eine taugliche Vorbereitung des betreffenden Objectes vorangehen; dies leuchtet ja Jedermann, der mit dem Mikroskope zu arbeiten versucht hat — ein. Schon oben haben wir bei Uebung des Beleuchtens und Einstellens ein einfaches Beispiel einer mikroskopischen Präparation gegeben, als wir die mikroskopische Unterscheidung von Leinen-, Baumwoll- und Schafwollfasern besprachen. Eingehender müssen wir jetzt darauf zurückkommen.

Wir nahmen damals einen Objectträger und ein Deckgläschen; auf den Objectträger legten wir das mit zwei Nadeln zerzupfte Baumwollzeug, respective Leinenzeug und Schafwollzeug; nach Zusatz eines Tropfens Wasser oder Glycerin legten wir das Deckglas auf die Baumwoll-, respective Leinenfasern oder Schafwollhaare und das improvisirte Präparat war fertig.

Das damals nur flüchtig behufs Exemplification einer einfachen mikroskopischen Untersuchung behandelte Thema müssen wir hier ausführlicher besprechen, respective variiren, und zwar insoferne variiren, als das gegebene Beispiel uns den Typus eines mikroskopischen Präparates darstellt. Wir haben bei demselben:

1. Einen Objectträger;
2. das zu präparirende Material (Leinen, Baum- oder Schafwollzeug, welches ident ist mit dem zu untersuchenden Stoffe);
3. die Zerzupfung mittelst tauglicher Werkzeuge (Nadeln, die in Stiele gefasst sind), welcher die Abtrennung eines kleinen Stückchens von dem zu untersuchenden Stoffe vorausging (hier etwa Abschneiden eines Stückchens von der Grösse eines Stecknadelkopfes mittels einer Stickscheere);
4. die sogenannte „Einbettung" des Präparates in eine geeignete Zusatzflüssigkeit (Wasser, respective Glycerin u. dgl.);
5. die Auflage des Deckgläschens zu unterscheiden.

Im Wesentlichen werden diese Gegenstände fast bei jedem Präparate wiederkehren, nämlich das Glasmaterial (Objectträger und Deckgläschen), das Präparirmaterial, das Präparirwerkzeug und die Zusatzflüssigkeit. Wir haben gesagt: Fast, denn es gibt auch Präparate, die trocken oder ohne vorherige Zerkleinerung mit Werkzeugen besichtigt werden können, wie z. B. das erstere bei Schmetterlingsschuppen, das letztere bei Infusorien, Bacterien etc. der Fall sein kann.

Wir wollen zunächst das Glasmaterial, insbesondere die Objectträger und Deckgläschen besprechen. Von Objectträgern hat man heute vier gebräuchliche Formate:

1. Das Wiener Format, 25 mm breit, 65 mm lang.
2. Das englische Format, 26 mm breit, 76 mm lang.*)
3. Das Giessener- oder Vereins-Format, 28 mm breit, 48 mm lang.

*) Die berühmteste Gesellschaft für Mikroskopie „Microscopical Society" in London setzte 3 engl. Zoll Länge, 1 engl. Zoll Breite, fast was obigem Masse ziemlich entspricht.

4. Das „grosse“ oder „Extra“-Format, 36 mm breit, 76 mm lang.

Das Gebräuchlichste ist das „englische“ Format; die Mehrzahl der käuflichen Präparate sind in diesem Formate angelegt. Da sich jedoch die verhältnissmässig langen und schmalen Objectträger dieses Formates auf dem Objecttische kleiner und mittlerer Mikroskope nicht ganz im Kreise herumdrehen lassen, was namentlich bei Auflösung schwieriger Probeobjecte oder bei der später zu besprechenden Untersuchung unter dem Polarisationsapparat von Vortheil sein kann, hat der Tauschverein für mikroskopische Präparate zu Giessen unter seinen Mitgliedern das kurze und breite Giessener- oder Vereins-Format eingeführt, welches sich auch auf kleineren Tischen leicht umdrehen lässt und genügend Raum für das Präparat bietet, dagegen aber sich mit den meisten jetzt am Objecttisch angebrachten Federklammern oder mit den Fingern nicht leicht in jeder Lage bequem festhalten lässt, auch wenig Raum für Etiquetten gewährt und deshalb nur noch für specifisch mineralogische Präparate in Oesterreich gebräuchlich ist und auch in Deutschland viele Anhänger verloren hat, namentlich, weil der berühmte Diatomeenpräparator Möller in Wedel das englische Format beibehielt und der erste französische Präparator Bourgogne in Paris seine Präparate seit vielen Jahren ebenfalls in diesem Formate fertigt und man sich nicht gern Präparaten-Etuis eigens für jedes Format machen lassen will.

Die Wiener medicinischen Institute wählten einen Mittelweg, indem sie soviel vom englischen Objectträger abschnitten, dass er sich bequem auch auf kleineren Tischen drehen lässt, dabei noch genügenden Raum für das Festhalten mit den Klammern oder mit den Fingern und für das Aufkleben der Etiquetten bietet, doch hat dieses Wiener Format das englische aus seiner herrschenden Position nicht zu verdrängen vermocht. Das grosse oder „Extra“-Format, 36 mm breit und 76 mm lang, dient hauptsächlich für Gehirnschnitte oder embryologische Präparate, kurz für Objecte, die eine Uebersicht über grössere Theile von Organen und ihren inneren Zusammenhang gewähren sollen und dienen, also für specielle Zwecke, die hier in der Regel nicht vorschweben. Ausser diesen vier in der wissenschaftlichen Welt üblichen Formaten kommt noch ein früher von Bourgogne in Paris verwendetes kleines Format circa 10 mm breit und 55 mm lang im Handel vor; es wird hauptsächlich für die kleinen sogenannten Schul- oder Taschenmikroskope benützt und ist für kleinere Objecte recht brauchbar, in naturwissenschaftlichen Fachkreisen aber eben wegen seiner auf kleinere Objecte beschränkten Verwendbarkeit nicht üblich.

Es ist schliesslich Geschmacksache, ob man dem einen oder dem anderen der erwähnten Formate den Vorzug gibt; für unsere Zwecke scheint das englische Format trotz seiner oben erwähnten Mängel am tauglichsten zu sein, schon weil es das verbreitetste ist und weil die Fälle, in denen ein Präparat auf dem Objecttische rund um und um gedreht werden muss, exceptionelle sind.

Was das Material der Objectträger anbelangt, so sind solche aus weissem belgischen oder hellgrünem, deutschen oder böhmischen Solinglas die gebräuchlichsten; die früher sehr geschätzten echt englischen, die des Zolles halber nicht wohlfeil sind, haben der continentalen Waare schon deshalb weichen müssen, weil dieselben nicht so rein im Glase sind, wie die festländischen Gläser. Die Dicke soll behufs bequemer Anwendung der Cylinderblenden und des Abbe'schen Beleuchtungsapparates 1—1·5 mm nicht übersteigen.

Ob man Objectträger mit geschliffenen Kanten benützt, hängt hauptsächlich von dem Gelde ab, das man daran wenden will; man erhält sie nämlich um die Hälfte, wenn man sich mit schön geschnittenen*) Kanten begnügt. Vor dem Ausschusse aus den geschliffenen Objectträgern, der ebenso theuer ist, wie ganz reine, geschnittene Waare, möchten wir warnen; überhaupt soll man hier nicht allzusehr sparen.

*) Man kann sich die geschnittenen selbst in den Rändern abschleifen, wenn man sie auf einer ebenen Gusseisenplatte (z. B. Herdplatte) mit feinem Schmirgel und Wasser an den Kanten abreibt. Etwa entstandene Eisenflecke entfernt man leicht mit salzsaurem Spiritus (2 Spiritus 75% + 1 Acid. hydrochlor. von 1·19 spec. Gew.)

Ich möchte hier noch auf einen, in der „Zeitschrift für Mikroskopie", Jahrg. 1878, Heft 7, von Arnold Münster erwähnten Umstand hinweisen, dass nämlich selbst bei sehr guter Waare sich selten ein Objectträger finden wird, der nicht gewisse Punkte aufwiese, welche absolut nicht durch Putzen entfernt werden können. Diese Punkte erscheinen auf der einen Seite des Objectträgers als Vertiefungen, auf der anderen als Erhöhungen. Nach Münster ist nun jene Seite zum Auflegen des Objectes zu benützen, welche die Punkte als Erhöhungen aufweist, da dann die Punkte nicht störend durch das Präparat hindurchschimmern. Diese Seite mit den erhöhten Punkten ist also die bessere des Objectträgers, welcher also, sowie jedes Ding, seine zwei Seiten hat. Und nun nach Besprechung der Objectträger gehen wir zu den Deckgläschen über.

Die Deckgläschen sind in ihrer Wirkungsweise schon oben, bei Besprechung des optischen Theiles erwähnt worden; es wurde deren Einfluss auf den Gang der Strahlen aus dem Objecte zum Objective besprochen, es wurde der Correctionssysteme Erwähnung gethan, welche den störenden Einfluss verschiedener dicker Deckgläschen ausgleichen u. s. w. Hier haben wir hervorzuheben, dass das Deckgläschen einen wesentlichen Bestandtheil jedes mikroskopischen Präparates bildet.

Die Deckgläschen dienen nicht nur zum Schutze des Objectives, sondern sie helfen auch durch ihren, wenn auch sehr leichten, Druck die unebene Oberfläche der Objecte abflachen und in eine Einstellungsebene bringen.

Man fertigt heutzutage die Deckgläser aus dünnem, blasenfreien Crownglas in Massen und in jeder Grösse und Form an, so dass heutzutage wohl kein Mikroskopiker in die Lage kommen wird, sich Deckgläschen nach Harting's Vorgange selbst zuschneiden zu müssen.

Was die Form anbelangt, so gibt es quadratische und runde, länglich viereckige und ovale. Die beiden letzteren Formen werden wir nur selten zu gebrauchen in die Lage kommen. Von den ersteren Formen verwende ich die quadratischen zu ex tempore vorgenommenen Untersuchungen, bei denen es sich nicht darum handelt, das Präparat für die Dauer als Dauerpräparat aufzubewahren, weil sie billiger und sicherer an einer ihrer Ecken anzufassen und zu handhaben sind, als die runden. Diese letzteren sind theurer, doch verwende ich sie nach Bachmann's Vorgange deshalb ausschliesslich zu Dauerpräparaten, weil sich letztere — wie wir weiter unten sehen werden — mittelst des sogenannten Drehtisches unter Benützung runder Deckgläschen weit sicherer und eleganter verschliessen lassen, als die mit quadratischen versehenen, obgleich ich auch für letztere eine elegante Verschlussmethode kennen gelernt habe und weiter unten mittheilen will.

Früher waren fast ausschliesslich quadratische Deckgläser im Gebrauche, so dass Dippel in seinem berühmten Werke: „Das Mikroskop und seine Anwendung", I. Theil (Braunschweig 1872), diese und die rechteckigen allein erwähnt und von den runden Deckgläsern nicht eine Silbe spricht.

Die Deckgläser werden in Wien bei Rudolf Siebert, Glasermeister Tichy und auch bei fast allen anderen Händlern pharmaceutischer Bedarfsartikel in verschiedenen Grössen und drei Stärke- (Dicken-) Grenzen in Vorrath gehalten. Die dicksten in einer zwischen 0·25 bis 0·30 mm schwankenden Stärke werden mit *A* bezeichnet, die mittleren in einer Stärke von 0·16—0·20 mm mit *B* und endlich die dünnsten in einer Stärke von blos 0·12—0·15 mm mit *C*; Siebert hält noch eine sehr dünne und sehr gebrechliche Sorte *D* von 0·07—0·10 mm Stärke am Lager, die wegen ihrer Gebrechlichkeit sich schwer reinigen lässt und meist durch aus dem käuflichen russischen Glimmer („Marienglas", „Selenit", „Frauenglas") durch Spalten in der Flächenrichtung abgetrennten Glimmerplättchen (welche übrigens auch bei Rud. Siebert in allen Grössen billig zu haben sind) — ersetzt werden können, welche aber vor den Glimmerblättchen den Vortheil haben — keine Risse an der Oberfläche zu zeigen und nicht so empfindlich gegen das Zerkratzen zu sein, wie der weiche Glimmer.

Dabei ist zu bemerken, dass die Sorte *A* die wohlfeilste und am wenigsten gebrechlichste ist, sich jedoch nur für

Präparate eignet, die mit schwächeren Systemen betrachtet werden können; um nun für alle Systeme innerhalb der Correctionsgrenzen verwendbare Deckgläschen zu haben, empfiehlt sich die Sorte *B* von 0·16—0·20 mm; man wird bei den Systemen unserer hervorragendsten continentalen Mikroskop - Erzeuger völlig damit auskommen, umso mehr, als die früher noch gebräuchlichen allerstärksten Wasserimmersionssysteme „$^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$" Brennweite — heutzutage Dank den auch nicht theureren und leistungsfähigeren homogenen Immersionen fast ausser Gebrauch gekommen sind, die homogenen Immersionen aber — aus oben dargestellten Gründen gegen variable Deckglasdicken nicht nur überhaupt nicht sehr empfindlich sind, sondern auch stärkere Deckgläschen vertragen, da ihr Focalabstand ein relativ grösserer ist, als jener der Wasserimmersionen gleicher Leistungsfähigkeit.

Um aber unter den Deckgläschen der Sorte *B* von 0·16—0·20 mm dennoch die dünnsten für die subtileren Präparate aussuchen und — was aus, bei Besprechung des Einflusses der Deckgläschen und der sogenannten Correctionssysteme, in dieser Arbeit weiter oben erwähnten Gründen einleuchtend zweckmässig erscheinen muss — die Dicke eines bei einem Dauerpräparat verwendeten Deckgläschens sicher bestimmen und an der Präparaten-Etiquette vormerken zu können, ist es vortheilhaft, einen Apparat zu haben, mit dem die Messung der Dicke eines Deckgläschens schnell durchführbar ist. Man hatte früher solche nach Art der Schieblehren, neuerer Zeit hat man solche nach Art der Schraubenlehren für Blechstärkemessungen und kostet ein solcher Apparat, der im Principe mit dem Focimeter (siehe oben) übereinstimmt, bei Reichert oder Merker & Ebeling Wien, circa 6 fl. ö. W. — Auch das Focimeter ist natürlich direct ohne Benützung des Mikroskopes selbst zur Deckglasdickenmessung leicht zu benützen. Man befestigt zu diesem Behufe mittelst der zwei Klammfedern am Objecttische einen recht ebenen Objectträger, legt das zu messende Deckgläschen darauf und lässt nun, leise an der Mikrometerschraube drehend, den Tubus mit dem System auf die Oberfläche des zu messenden Deckglases sinken. Am getheilten Umfange der Mikrometerschraube liest man den Stand ab und notirt. Man fände z. B. bei einer 100theiligen Bezifferung am Index die Zahl 26. Man nimmt nun das Deckgläschen ohne an der Schraube zu rühren, durch Wegziehen unter dem Systeme weg und lässt dasselbe mittelst der Mikrometerschraube bis auf die Oberfläche jenes Objectträgers sinken, welcher dem Deckgläschen bei der ersten Ablesung als Unterlage diente. Man fände z. B. am 100theiligen Focimeter am Index die Zahl 96. Wenn nun die Höhe eines Schraubenganges an dem verwendeten Focimeter z. B. 0·25 mm wäre, d. h. auf einen Millimeter 4 Umgänge der Mikrometerschraube kämen, so wären dies 96 bis 26, d. i. 70 Hundertstel eines Schraubenganges, also $\frac{0 \cdot 25 \times 70}{100}$, das ist soviel als 70mal 0·0025 mm oder 0·1750 mm; das gemessene Deckglas hätte also 0·175 mm Dicke. Inwieferne man mit Hilfe des Durchsehens durch das Mikroskop und den Focimeter die Dicke eines Deckgläschens messen kann, indem man auf jeder Seite des als Object betrachteten Deckgläschens eine Marke mit Tinte. Tusche u. dergl. anbringt und nun die Einstellungsdifferenz mittelst des Focimeters abliest und die für das Brechungsvermögen des Crownglases nöthige Correction mit einem Coëfficienten anbringt — darüber kann Niemand im Zweifel sein, der in dieser Arbeit die weiter oben enthaltenen Ausführungen über die Dickenmessung unter dem Mikroskope gelesen hat; dass sich die Dicke des Deckgläschens auch mit dem Ocularmikrometer messen lässt, wenn man dasselbe vertical auf die Kante gestellt mit Klebwachs auf einem Objectträger befestigt und dann die obere Kante mit einem schwachen System als Object scharf einstellt und in der Breite misst, leuchtet ebenfalls ein; ja letztere Methode wird, da zu jedem vollständigeren Instrumente ein Ocularmikrometer dazugekauft werden sollte, wahrscheinlich die nächstliegende sein.

Die bequemste ist jene Deckglasdickenmessung, mit dem bei Reichert in Wien erhältlichen sogenannten „Deck-

glastaster" neuerer Construction ausführbar, welchen uns Fig. 55 darstellt.

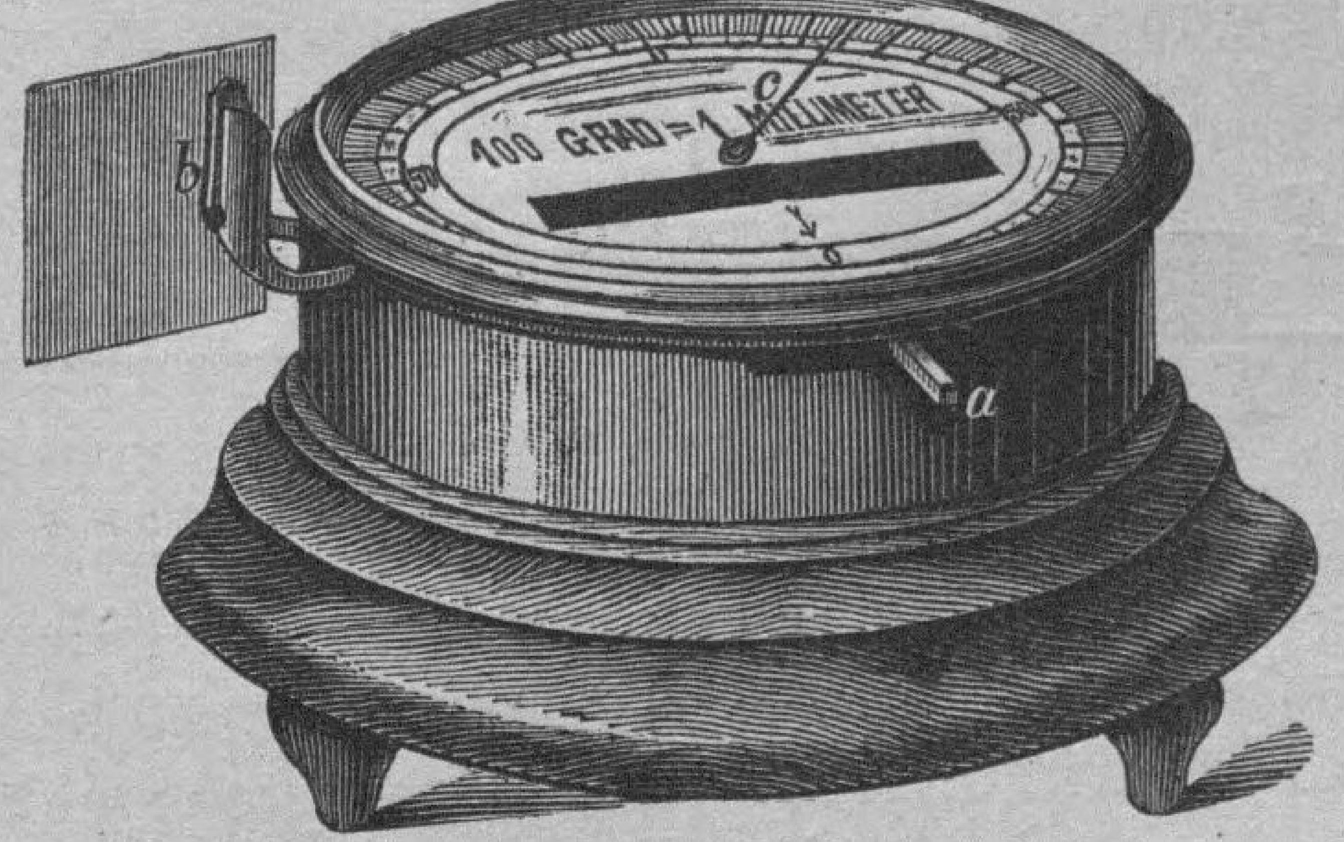


Fig. 55.

Wird am Schieber *a* mit dem Finger geschoben, so öffnen sich die Branchen einer Zange *b*, zwischen welche man das zu messende Deckgläschen bringt und nun den Schieber *a* zurückschiebt, bis die Zange *b* das Deckgläschen festklemmt. Ein mit einem Hebelwerk im Innern der Dose verbundener Zeiger *c* zeigt dann die Dicke des Deckglases in $\frac{1}{100}$ mm direct an, indem 100 Grade einem Millimeter also ein Theilstrich oder Grad $\frac{1}{100}$ mm Dicke entsprechen. Zeigt der Zeiger z. B. auf 20, so hat das Deckglas 20 Hundertstel = 0·20 mm Dicke.

Aehnliche Deckglastaster liefert auch Zeiss in Jena und andere Mikroskoperzeuger.

Gleichgiltiger als die Dicke ist im Allgemeinen die Grösse des angewendeten Deckglases. Je grösser, desto besser, namentlich bei runden Deckgläsern (bei denen der Verschluss der mit ihnen versehenen Präparate durchaus nicht schwieriger wird, wie dies Dippel von den kleinen quatratischen Deckgläsern behauptet), aber auch theuerer! Kleinere Deckgläschen als von 18 mm Seite bei den quadratischen und von 15 mm Seite bei den runden, möchte ich namentlich Anfängern nicht anrathen. Es ist nicht richtig, dass sich kleinere Deckgläser leichter reinigen lassen, als grössere. Ich habe, wenigstens für die Dicke „B", eher das Gegentheil gefunden. Ferner ist man bei kleineren Deckgläsern in der Grösse des Präparates und namentlich bei Dauerpräparaten in der Breite und Höhe des weiter unten zu besprechenden Lackringes und dergleichen beschränkt und kann ich Dippel nicht zustimmen, wenn er glaubt, dass der luftdichte Verschluss der Präparate bei kleineren Deckgläsern leichter gelinge als bei grösseren, eben weil man keinen so starken Lackrand anbringen kann. Sagt doch Dippel selbst eine Zeile weiter: „Für stärkere Objectivsysteme mit breitem Rande und kurzem Focalabstand haben dieselben (die kleineren Deckgläser) den Nachtheil, dass man, namentlich wenn das Präparat nicht ganz in der Mitte liegt, auf den Wall von Lack oder Firniss aufstösst und oft das Objectiv nicht in dem erforderlichen Maasse dem Gegenstande zu nähern vermag, so dass sich für zartere, stärkere Vergrösserungen verlangende Präparate unter allen Umständen die erstgenannte Grösse des Deckgläschens (15 bis 18 mm) empfehlen dürfte." Also keine zu kleinen Deckgläschen!

Damit aber der Anfänger, für den hauptsächlich dieser Leitfaden bestimmt ist, sich über die gangbaren Grössen der Deckgläschen orientiren könne, führe ich dieselben so an, wie sie bei Rudolf Siebert in Wien zu haben sind.

Diese Grössen sind für quadratische Deckgläschen 12, 15, 18, 20 und 22 mm Seite und für runde Gläschen 10, 12, 15, 18, 20 und 22 mm Durchmesser.

Die seltener gebrauchten, ungleichseitigen, viererkigen Deckgläschen sind zu haben in nachstehenden Dimensionen:

25 mm	Länge,	18 mm	Breite
39 „	„	18 „	„
26 „	„	21 „	„
30 „	„	24 „	„
34 „	„	26 „	„
40 „	„	30 „	„

Grössere Deckgläser als diese oder ovale Deckgläser können von Herrn Rud. Siebert auf Bestellung geliefert werden.

Alle diese Grössen sind selbstredend in den 4 Dickensorten, die wir oben erwähnt haben und welche mit *A*, *B*, *C*, *D* bezeichnet sind, zu beziehen; sie kommen in Schachteln per 50 Stück in den Handel, die Preise verstehen sich aber per 100 Stück. Die von Siebert, Möller, Tichy und anderen Wiener Firmen bezogenen Deckgläser, welche nicht geschliffen sind, fand ich reiner als einige englische Deckglassorten, die geschliffen und deshalb enorm theuer

sind, aber dabei vom Schleifen herrührende Risse nicht gar so selten und mitunter auch eine von den Schleifmaterialien herrührende Trübung (in deutschen Schleifereien „Hüttenrauch" genannt) zeigten, die sich nicht durch Putzen beseitigen liess; durch Einlegen in salzsauren Spiritus (3 Spiritus 75%, 1 Salzsäure) kann man diese Flecken leicht beseitigen.

Aber auch unsere continentalen Deckgläschen kommen staubig in den Handel und man thut gut, sie vor dem Gebrauche vorsichtig in eine Glasdose mit Deckel in destillirtes Wasser, dem man etwas Spiritus zugesetzt hat, zu thun und für den Gebrauch jedesmal das nöthige Deckgläschen mit einer Pincette herauszuholen und es durch Abtrocknen von der anhaftenden Nässe und dabei von Unreinigkeiten zu befreien. Zum Abtrocknen muss man ein recht weiches, ausgewaschenes und zur Vermeidung von Fransen- und Leinenstäubchen gesäumtes, lückenloses Leinenläppchen nehmen. Man fasst dabei das Leinenläppchen zwischen Daumen und Zeigefinger der einen Hand, bringt das noch feuchte Deckgläschen mit der Pincette, die in der anderen Hand gehalten wird, zwischen diese beiden Finger und reibt nun das Deckgläschen zwischen den Fingern leicht ab, bis es glänzt. Trocken geworden, soll das Deckgläschen nicht mehr stark gerieben werden, da es sonst in Folge der Entwicklung von Elektricität nur zu leicht kleine Leinenstäubchen anzieht und festhält, welche dann mit einem Pinsel unter Anblasen mit dem Munde entfernt werden müssen.

Auch beachte man, dass man das gereinigte Deckglas stets auf eine schwarze Unterlage bringe, da es dann spiegelt und leichter zu finden ist; sonst kann man oft lange ein bereit gelegtes Deckgläschen suchen, ohne es zu finden, obwohl es vor der Nase liegt. Harting empfiehlt deshalb nicht nur die Platte des Arbeitstisches, sondern sogar den Fussboden des Arbeitszimmers des Mikroskopikers schwarz anzustreichen, damit man auch beim Zubodenfallen eines Deckgläschens dasselbe leicht wieder finden könne.

Um die gereinigten Deckgläschen leicht fassen und auf das Präparat bringen zu können, thut man gut, es in der in Figur 56 abgebildeten Weise auf ein schwarzlackirtes Cigarrenkistenbrettchen zu legen.

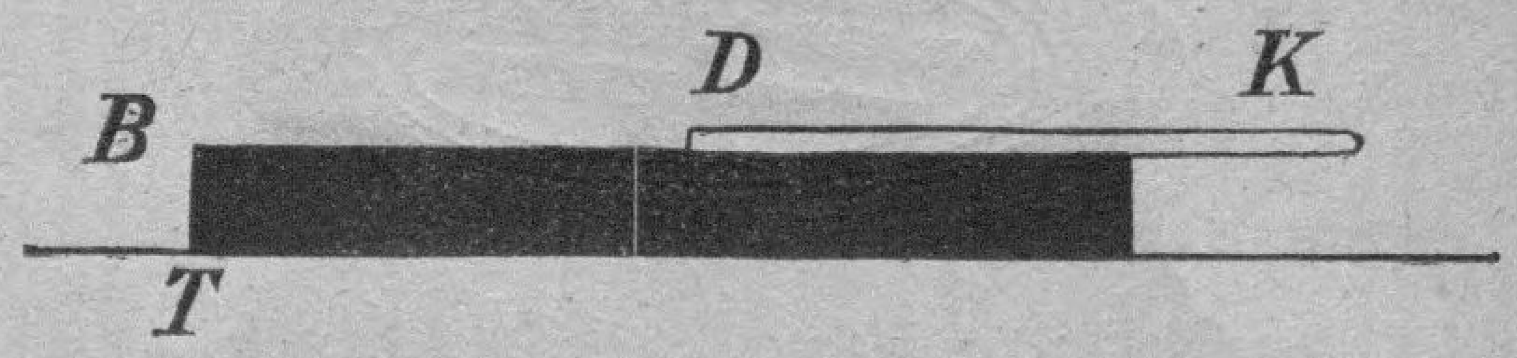


Fig. 56.

B ist das schwarzlackirte, auf dem Tische *T* ruhende Cigarrenkistenbrettchen, *D* das auf dieses derart gelegte Deckgläschen, dass die Kante *K* über den Rand des Brettchens frei hervorragt und somit mit einer Pincette leicht und sicher, ohne in Gefahr zu kommen, zerdrückt oder am Rande ausgesprengt zu werden — angefasst und auf das Präparat gedeckt werden kann.

Wegen der Bestimmung, das Präparat zu decken, heisst man diese Gläschen Deckgläschen. Gerade diese bereiten in ihrer Zartheit und Gebrechlichkeit manche Schwierigkeiten für den Anfänger mikroskopischer Arbeiten und mussten deshalb in diesem Leitfaden ausführlichere Behandlung erfahren, als etwa in einem für Vorgeschrittenere bestimmten systematischen Lehrbuch. — Folgen doch noch viele Anfänger dem wohlfeilen Rathe mancher älterer Mikroskopiker — statt der dünnen Deckgläschen lieber bei Untersuchungen mit schwachen Systemen zwei Objectträger zu verwenden, zwischen welche das Object zu liegen kommt. Wenn ich auch dieses Verfahren für manche Fleischuntersuchungen auf Finnen und Trichinen recht passend finde — kann es im Allgemeinen nicht empfohlen werden, schon deshalb nicht, weil fast jedes Präparat geeignet sein soll, nicht nur mit schwachen, sondern auch mit starken Systemen betrachtet zu werden. Bachmann hat Recht, wenn er sagt: „Bequemlichkeit ist keine Eigenschaft — an die sich der Mikroskopiker gewöhnen soll."

Aber selbst für eine gewisse Bequemlichkeit, insoferne diese gleichbedeutend ist mit einer gewissen Sicherheit im Arbeiten, sorgt die moderne mikroskopische Technik und so finden wir denn als Neuheiten bei Rudolf Siebert eine sehr genial construirte Deckgläschenzange aus Neusilber, zum bequemen Fassen und Halten der Deckgläschen in horizon-

taler Richtung und Einstecken der Stahlspitze in den Arbeitstisch, wobei das Deckgläschen mit derjenigen Seite, auf welcher man, wie wir später hören werden, ein Präparat, z. B. Tuberkelspeichel, fixirt hat, nach unten gekehrt und gegen das Verstauben geschützt ist; diese Pincette ist vorläufig für viereckige Deckgläschen, die meist zu Extempore-Präparaten, wie solche bei mikroskopischen Untersuchungen zu diagnostischen Zwecken angefertigt werden, üblich sind, eingerichtet, kann aber auch leicht für runde hergestellt werden. Wir bilden diese Deckgläschen-Zange, welche für Manipulationen aller Art mit den auf dem Deckgläschen befindlichen Präparaten schon den grossen Vortheil bietet, dass man, was sonst bei dem dünnen Deckglase nicht leicht zu sehen ist, stets weiss, auf welcher Seite sich das Präparat befindet und dass man das Deckglas sogar von der Tischebene horizontal abheben kann, in Fig. 57 ab.

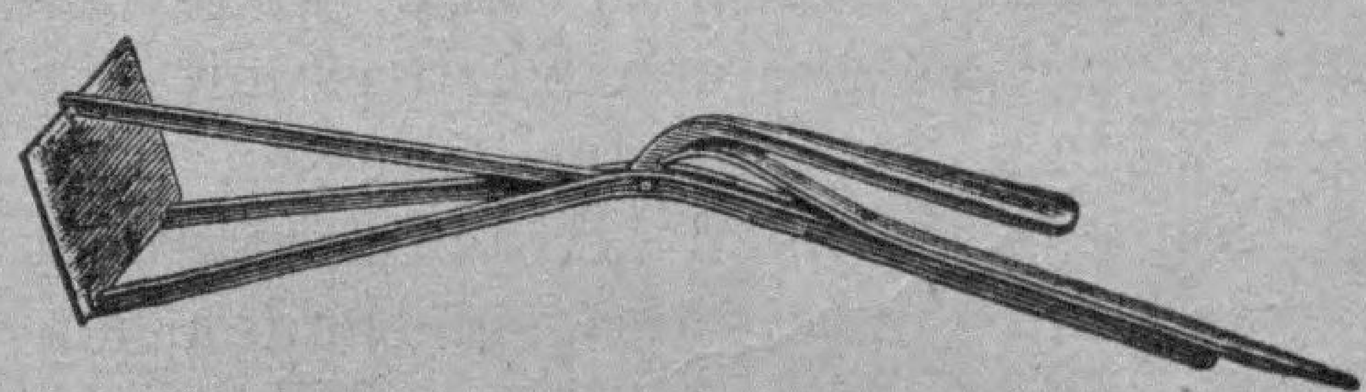


Fig. 57.

Eine ebenfalls praktische, auch für runde Deckgläser brauchbare Deckglaspincette, die sich selbst schliesst und dem Anfänger das Arbeiten sehr erleichtert, hat der bekannte Gehilfe Professor Koch's, Herr Dr. Cornet angegeben und ist dieses Instrument ebenfalls bei Herrn Rudolf Siebert in Wien zu haben.

Auch das Putzen der zarten Deckgläschen ist sehr erleichtert worden, indem Herr Rudolf Siebert einen Putzklotz herstellen liess, der mit Rehleder überzogen ist, auf welches das Deckgläschen gelegt und nun mit einer dosendeckelartigen flachen, ebenfalls mit feinstgegärbtem Rehleder überzogenen Holzscheibe gerieben wird. Wir haben gegen derlei Bequemlichkeitseinrichtungen nichts einzuwenden, da sie gegen eine einmalige geringe Auslage (sämmtliche vorgenannte Deckglasbehandlungsutensilien, nämlich die Deckglaszange, die Deckglaspincette und der Putzklotz für Deckgläschen kosten bei Herrn Siebert zusammen blos 1 fl. 60 kr. ö. W.) dem Anfänger viel sonst verdorbenes Material, dem Vorgeschrittenen viel Zeit und manchen Aerger ersparen. Dass man im Stande ist, auch ohne die gedachten Hilfsmittel Präparate von tadelloser Güte herzustellen, berechtigt uns nicht, diese trefflichen Hilfsmittel der modernen Technik zu übergehen und möchten wir dieselben namentlich jenen Praktikern wärmstens empfehlen, welche — wie dies ja meistens der Fall ist — noch andere Berufsverrichtungen haben, als mikroskopische Untersuchungen vorzunehmen.

Wir haben nunmehr Objectträger und Deckgläser, welche sozusagen die Träger jedes mikroskopischen Präparates sind, besprochen. Wir kommen nun auf das zu präparirende Material zu sprechen. Hier ist zu bemerken, dass es Körper gibt, die an sich schon klein genug sind, um unter dem Mikroskope im Ganzen betrachtet zu werden, und welche daher einer Zerkleinerung nicht bedürfen; hieher gehören pulverförmige Stoffe, wie z. B. Blüthenstaub (Pollenkörner), Schmetterlingsschuppen, feine Salzniederschläge u. dergl., ferner Haare, Kieselpanzer von Diatomeen und anderen Organismen etc. etc.; dieselben sind dann auch meistens in trockenem Zustand durchscheinend genug, um unter dem Mikroskope sogar trocken, d. h. ohne Zusatzflüssigkeit betrachtet werden zu können. Doch gewinnen die meisten derselben an Durchsichtigkeit und somit auch unter Umständen an feiner Detaillirung des Bildes, wenn sie in Flüssigkeiten von einem dem ihrigen einigermassen adaequaten Berechnungsexponenten gelegt und so betrachtet werden. Davon werden wir weiter unten eingehender sprechen. Jetzt müssen wir hervorheben, dass das zu präparirende Material, resp. die zu untersuchenden Stoffe oft schon aus in Flüssigkeiten suspendirten Körperchen bestehen, so z. B. die Pollenkörner im Honig.

Von solchen Flüssigkeiten bringt man ohne weitere Vorbereitung mit einem dünnen Glasstäbchen ein Tröpfchen auf den Objectträger und bedeckt mit einem Deckgläschen, indem man letzteres behufs Ausbreitung des Tröpfchens mit der trockenen Seite des Glasstäbchens sehr sachte gegen den Objectträger drückt. —

Man erhält dann von frischem Honig deutscher Provenienz ein Bild wie Fig. 58

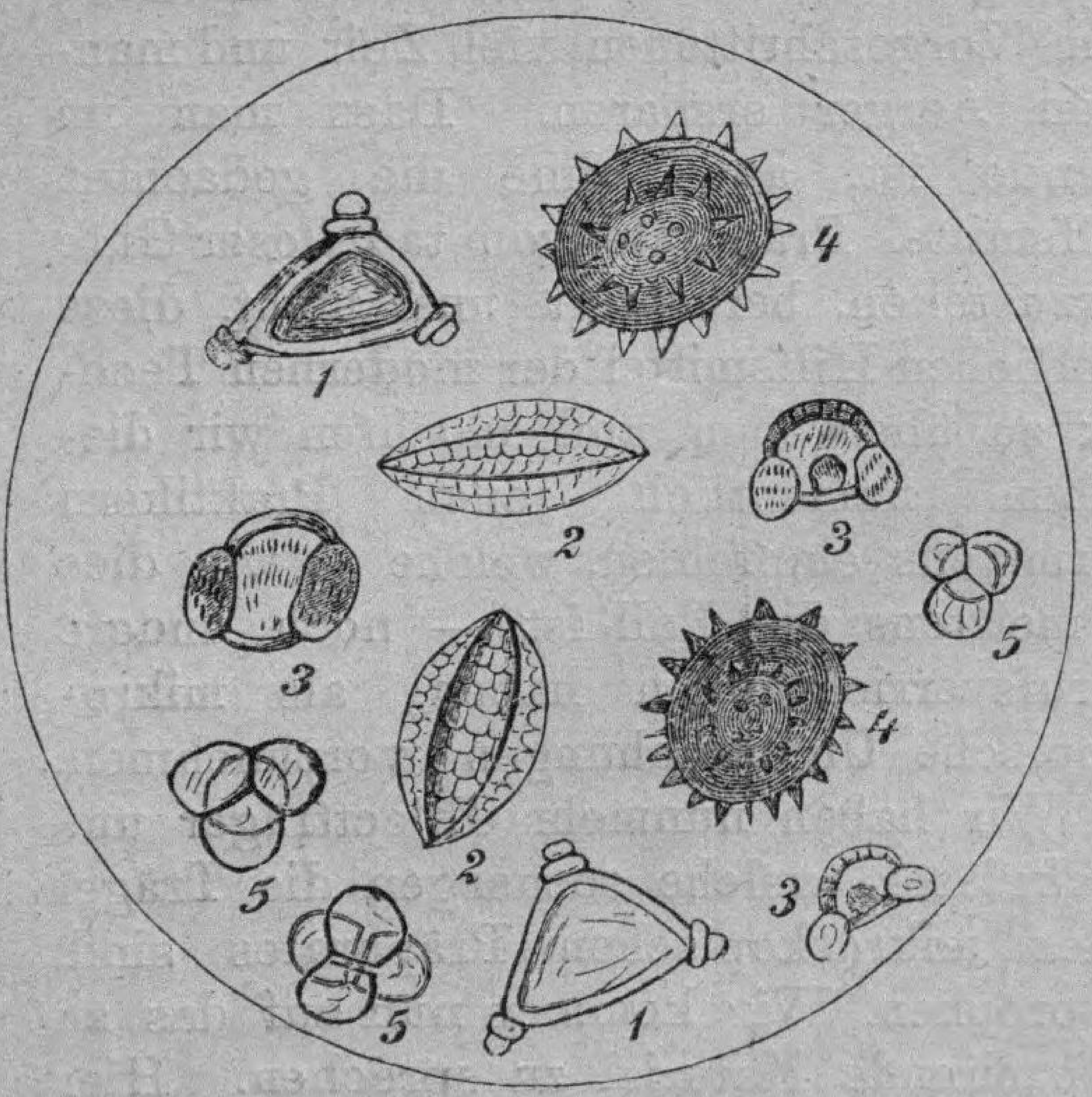


Fig. 58.

zeigt. Man erkennt also bei so kleinen Körperchen deren Zusammensetzung, resp. organische Structur in einer meist für unsere Erkenntniss ausreichenden Weise. In Fig. 58 z. B. erkennen wir nach Dr. Hager sub 1 die Pollenkörner der Oenothēra biennis (Nachtkerze), sub 2 des Narcissus jonquilla (Jonquille), sub 3 der von Pinus, sub 4 des Hibiscus Trionum (Stundeneibisch), sub 5 des Haidekrautes (Calluna vulgaris), welch' letztere Pollen namentlich im Haidehonig sehr zahlreich vorkommen und ihn als solchen charakterisiren.

Aber die meisten Objecte, welche dem Mikroskopiker vorliegen, bedürfen zu ihrer Erforschung einer mitunter recht complicirten Behandlung, sei es dass dieselben an sich zu gross und zu wenig durchsichtig sind, sei es, dass sie zu durchsichtig sind und dann weniger durchsichtig gemacht werden müssen, damit die Structur derselben besser hervortritt. Wir haben uns hier jetzt zunächst mit dem ersteren Falle zu befassen, dass die zu untersuchenden Stoffe wegen ihrer Grösse zu wenig durchsichtig sind. Man könnte sie dann im auffallenden Lichte beobachten und dies ist auch bei schwächeren Vergrösserungen zulässig, gewährt aber bei wirklich undurchsichtigen Körpern unter dem Mikroskope wenig Nutzen, meist weniger als die Betrachtung mit einer guten Lupe. Wir haben oben als Beispiel sub Punkt 2 als zu präparirendes Material Leinen-, Baumwoll- oder Schafwollzeug genommen und sub 3) die Zerzupfung mittelst tauglicher Werkzeuge, in diesem Falle Nadeln, die im Stiele gefasst sind, angeführt und in der That: Die Zerzupfung eines an sich undurchsichtigen und zu grossen Körpers mittelst zweier Nadeln ist eine der ältesten und noch heute in vielen Fällen praktisch angewendeten Vorbereitungsmethoden, um zur Erkenntniss der Structur-Elemente von Körpern zu gelangen, sie muss aber mit Geduld geübt und darf mit dem Zerzupfen nicht zu früh aufgehört werden!

Die dazu tauglichen Werkzeuge sind Präparirnadeln, wovon die beste und handlichste Form zum Zerzupfen in Fig. 59

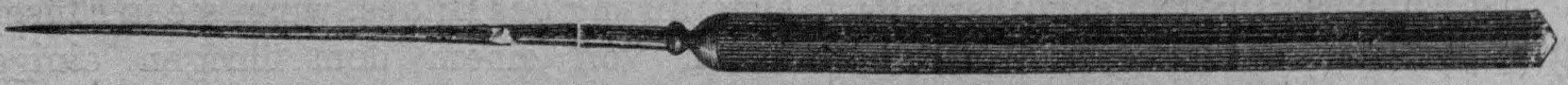


Fig. 59.

dargestellt ist und einen achteckigen Griff hat; dass die Spitze fein sein muss, versteht sich von selbst. Man benützt meist zwei Nadeln und kann sich solche leicht selbst anfertigen, wenn man mittelstarke englische Nähnadeln mit Oehrseite in einen Handschraubstock (Feilkloben) einspannt und nun in einen nicht zu dicken Federstiel paralell und centrisch zur Lägsachse einbohrt; man zieht dann die Nadel heraus, schraubt nun die Spitzenseite vorsichtig in den Feilkloben und bohrt in die mit der Spitze vorangebohrte Oeffnung mit dem Oehr hinein, bis die Nähnadel im Stiele festsitzt. Die Spitze soll nicht über $^2/_3$ der Nadellänge aus dem Stiele hervorsehen.

Auch Schraubbleistifte oder Häckelnadeln mit Schraubvorrichtung, in welche dann Nadeln verschiedener Stärke und Form eingesetzt werden können — leisten gute Dienste.

Uebrigens erhält man derartige Nadeln bei Rudolf Siebert in Wien in allen Qualitäten von 10 kr. bis 80 kr. Von Nadeln anderer Form, z. B. Lancettform, werden wir später sprechen. Die gewöhnlichen, runden Nadeln werden derart gebraucht, dass man die eine als Gabel benützt und das zu zerzupfende Stückchen

hält, während man mit der anderen kleine Stückchen und immer kleinere abreisst.

Also das Zerzupfen eines auf geeignete Weise, z. B. durch Abschneiden mit einer Nähscheere vom Ganzen abgetrennten Stückchens auf dem Objectträger unter Zusatz etwa eines Tropfens destillirten Wassers oder noch besser einer Mischung aus 70 Glycerin, 15 Alkohol, 15 Aqu. dest. und darauffolgendes Bedecken mit dem Deckgläschen kann schon recht nette ex tempore-Präparate ergeben; zur Uebung empfehlen wir für den Anfängerwirkliche Kleiderstoffe z. B. Alpaka, Seide, Jute u. dgl., namentlich aber die mikroskopische Analyse von gemischten Stoffen, z. B. Halbseide (Seide und Baumwolle), Halbechtwolle (Baumwolle und Schafwolle) u. s. w. Mischt man die obige Zusatzflüssigkeit ex tempore, so ist sie von zahlreichen Luftbläschen durchsetzt, deren Anblick den Anfänger als etwas Ungewohntes in Erstaunen setzen könnte; wir bilden selbe sub Fig. 60 ab, wie sie

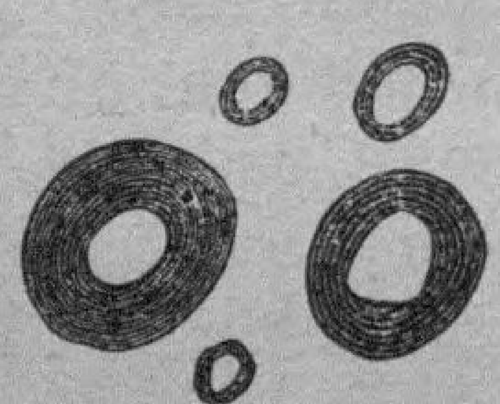


Fig. 60.

unter dem Mikroskope zu erscheinen pflegen; wir werden auf die eigenthümlichen Erscheinungen, die sie unter dem Mikroskope beim Heben und Senken des Tubus darbieten, weiter unten zu sprechen kommen.

Da sie jedenfalls störende Beimengungen des Präparates darstellen, so muss man sie womöglich zu vermeiden suchen. Man bereitet sich deshalb die obige Flüssigkeit (70 Th. Glycerin, 15 Th. 90% Alkohol rectificirt und 15 Th. Wasser) nicht extempore, sondern hält sie in einem kleinen Tropfglase vorräthig. Da das Glycerin etwas dickflüssig ist, so ist es gut, wenn das Tropfglas einen trichterförmigen Hals hat, in welchem die überschüssige, vom Tropfstift abträufelnde Flüssigkeit aufgefangen wird. Fig. 61



Fig 61.

zeigt ein solches Stifttropffläschchen für Glycerinmischungen, welches bei Rudolf Siebert mit 35 gr Inhalt blos 20 kr. kostet. Hebt man den stiftförmigen Stoppel heraus, so hängt sich, nachdem man ihn abtropfen gelassen, ein Tröpfchen Glycerin an die Spitze des Stiftes und dieses Tröpfchen setzt man nach Bedarf dem auf dem Objectträger liegenden, erst zu zerzupfenden oder schon zerzupften Objecte zu. Sehr praktisch haben sich für den gedachten Zweck die Arzneitropfgläser nach Schuster — wie Fig. 62 eines

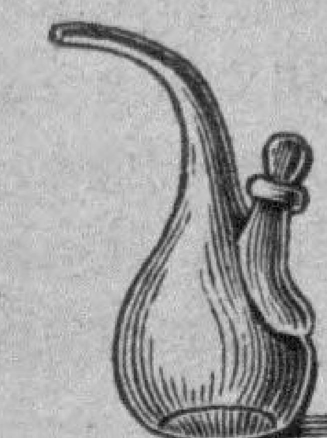


Fig. 62.

zeigt — bewährt; auch diese sind bei Rudolf Siebert und zwar sowohl weiss als blau und braun für 20—24 kr. zu haben. Sie sind nicht ganz so staubdicht verschlossen, wie die sub Fig. 61 abgebildete Form, aber sehr bequem zu gebrauchen, indem man sie mit dem Schnabel gegen die zu benetzende Stelle neigt.

Andere Methoden, um grössere Körper unserer mikroskopischen Erkenntniss näher zu bringen sind jene, bei welchen von den grösseren Körpern mit einem sehr scharfen hiezu geeigneten Messer feine Schnitte gemacht werden. Die Schnitte müssen so fein, resp. dünn sein, dass sie durchsichtig werden, wenn man sie mit einer geeigneten Zusatzflüssigkeit befeuchtet unter das Mikroskop bringt. Es gibt sehr verschiedene Schnittmethoden; man schneidet mit sogenannten Skalpellen, mit Rasirmessern, mit förmlichen Schneidemaschinen, sogenannten Mikrotomen und mit Sägen aus Uhrfederstahl; man schneidet ferner die Präparate in ihrem natürlichen oder in getrocknetem, aufgeweichten, gehärteten oder endlich in eingebetettem Zustande. Die Härtungsmethoden an sich sind so mannigfach, dass sich ein ganzes Buch darüber schreiben liesse; doch interessirt dies hauptsächlich den Specialisten für Histologie; wo es nöthig sein wird, werden aber auch wir die wichtigsten dieser Methoden anwenden lernen.

Indem wir von einem Körper feine Schnitte machen, zerlegen wir denselben

gewissermaassen in eine Anzahl von Ebenen, freilich nicht mathematische Ebenen, da die Schnitte eine gewisse Dicke haben.

Denken wir uns einen Wurzelzweig einer Pflanze, so können wir die Schnitte entweder senkrecht auf dessen Axe führen und dabei dünne Scheibchen von demselben abschneiden, oder das schneidende Werkzeug kann parallel mit der Axe geführt werden, oder endlich kann es in irgend einem Winkel zu der Axe des Wurzelzweiges gerichtet sein. In jedem dieser drei Hauptfälle der Schnittrichtung werden wir die Structur des Wurzelzweiges in einer anderen Dimension kennen lernen. Durch geistige Combination werden wir schliesslich auf diese Art dazu gelangen — uns ein ideelles Bild der wirklichen Gesammtstructur des untersuchten Objectes zu bilden und werden umgekehrt auch in der Lage sein, die Formelemente des Objectes, wo wir ihnen begegnen — sofort als solche wieder zu erkennen.

Für diesen letzteren Zweck lässt sich in vielen Fällen die Schnittmethode durch die Zupfmethode ersetzen, aber durchaus nicht in allen; z. B. wird man nach der Zupfmethode kaum einen richtigen Begriff von den den Nadelhölzern eigenthümlichen soge- nannten Tüpfelzellen bekommen, bei feinen Durchschnitten und wären sie blos von einem Zündhölzchen, mit einem sehr scharfen Federmesser abgenommen — zeigt uns jeder Schnitt diese charakteristischen Tüpfel.

Zertheilt man einen Körper in möglichst viele Schnitte, ja womöglich so, dass keiner entfällt und legt diese Schnitte hintereinander auf einen Glasstreifen in derselben Reihenfolge auf, wie sie im Objecte lagen, so hat man eine sogenannte Schnittserie hergestellt und die Schnitte heisst man Serienschnitte. Diese Serienschnitte geben dann das natürlichste Bild der Gesammtstructur des geschnittenen Körpers und finden heutzutage in der normalen, sowie in der pathologischen Histologie ausgedehnte Anwendung.

Uebrigens wird man meist mit einigen gut gelungenen eventuell verschiedenen Theilen des Objectes entnommenen Schnitten das Auslangen finden, aber wie gesagt, die Schnitte müssen eben gelungen sein, das heisst es muss an ihnen Alles zu sehen sein, was für ihre Structur charakteristisch ist.

Die Schnittmethoden.

I. Allgemeines.

Es ist selbstverständlich, dass man, ehe man an die Ausführung einer Manipulation gehen kann, zuerst die Werkzeuge kennen lernen muss, mittelst welcher es möglich ist, die betreffende Manipulation leicht, sicher und in tadelloser Weise durchführen zu können.

Wir haben deshalb auch immer die Methode befolgt, dass wir zuerst das Instrument und dann die mit demselben zu leistende Arbeit behandelt haben, und auch bei den Schnittmethoden werden wir diesen Weg einschlagen.

Zum Anfertigen von Durchschnitten durch nicht zu harte Körper kann man sich des sogenannten Skalpells bedienen, welches annähernd die Form eines halbirten Weidenblattes haben soll, etwa wie die Fig. 63 zeigt.

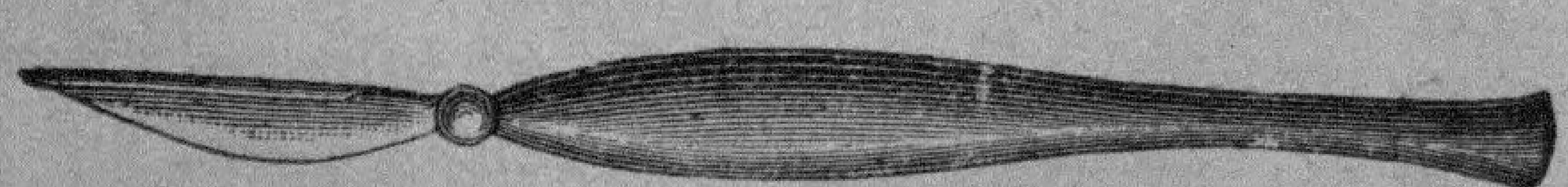


Fig. 63.

Doch finden solche Skalpelle, ebenso wie Lancetten u. dergl. mehr zum Zerlegen von Pflanzen und Thieren, als zur Herstellung brauchbarer Durchschnitte bei der mikroskopischen Präparation Anwendung.

Das wichtigste und unentbehrlichste Werkzeug zur Herstellung feiner Durchschnitte ist und bleibt vielmehr d a s R a s i r m e s s e r, beziehungsweise eine rasirmesserähnliche, zum mikroskopischen Gebrauch eigens hergestellte Messerklinge; minder wichtig sind die sogenannten Doppelmesser; dort, wo viele und möglichst gleichmässige Schnittpräparate gewonnen werden sollen, bedient man sich mit Vortheil eigener Schneidmaschinen, der sogenannten M i k r o t o m e.

Letztere, noch vor 10 Jahren als etwas ganz Ueberflüssiges, ja Unzweckmässiges bekämpft, sind heute unentbehrliche Hilfsapparate vielbeschäftigter Mikroskopiker geworden und fehlen namentlich in keinem wissenschaftlichen Institute, welches weitgehendere mikroskopische Untersuchungen vorzunehmen hat. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass wir — obgleich für die meisten Zwecke ein geschickt geführtes, gutes Rasirmesser ausreichen dürfte — der Vollständigkeit halber doch in diesem Leitfaden auch die Mikrotome ausführlich behandeln müssen. Was die Rasirmesser anbelangt, so begegnet man in den verschiedenen Lehrbüchern über Mikroskopie den verschiedensten Ansichten, sowohl über deren Beschaffenheit, als über deren Instandhaltung. — Während der eine Autor leichte, schmale, englische Rasirmesser empfiehlt, verlangt der Andere dagegen breite, lange Messer, und zwar mit feststehendem Griffe. Während der eine Autor davor warnt, die Rasirmesser auf Oelsteinen mit Oel zu schleifen und auf Lederriemen abzuziehen, sondern nur Wassersteine empfiehlt und zum Abziehen ein breites, mit feinem weichen Leder bezogenes Brett als einzig taugliches Mittel bezeichnet, befiehlt der Andere, das Rasirmesser mit Oel zu schleifen und auf einem spannbaren Riemen von festem Leder abzuziehen. Ja, Manche empfehlen gar zum Schärfen der Messer eine mit geschlemmtem Trippelpulver überzogene Glasplatte und Abziehen mit Diamantstaub, wie zum Beispiel der classische H a r t i n g. Wir sind durch vielfache eigene Versuche und Versuche von Freunden zu der Ueberzeugung gekommen, dass eine geschickte, geübte Hand mit jedem wirklich gut geschliffenen Rasirmesser von tauglich vorbereiteten Objecten gute Schnitte erhalten kann, empfehlen aber dem Anfänger, sich mindestens drei Stück Rasirmesser von folgender Beschaffenheit anzuschaffen:

Eines mit einem Querschnitt wie Fig. 64 *a* zeigt, aus bestem englischen

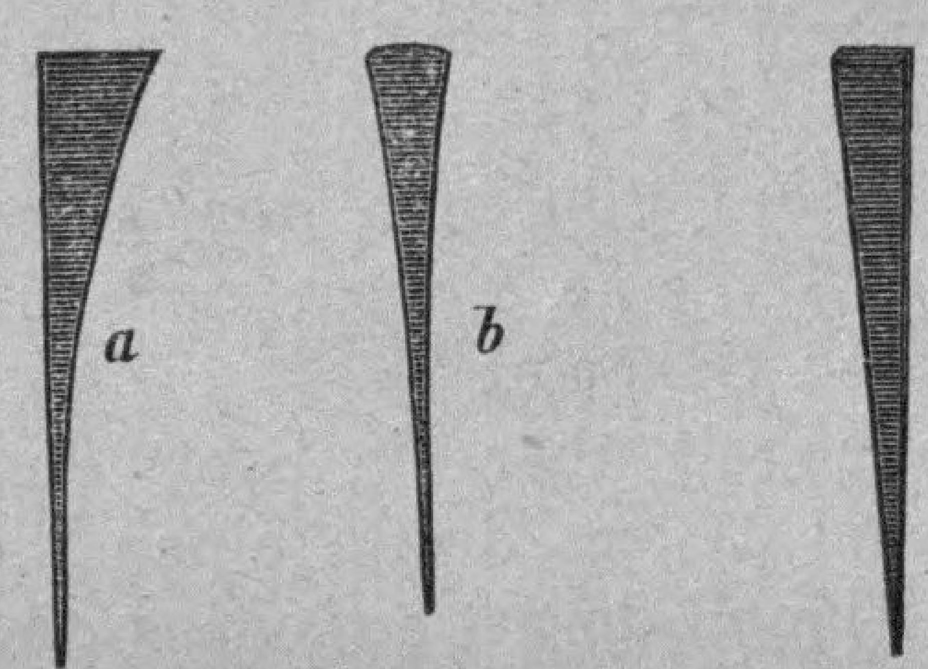


Fig. 64.

Stahl und eventuell mit feststellbarer Klinge; es ist bei Rudolf S i e b e r t zum Preise von fl. 1·80 bis fl. 3·70 zu haben und habe ich mich von der Trefflichkeit des Stahles durch Sachverständige überzeugt. Dieses Messer dient zum Durchschneiden zarter, grosszelliger, pflanzlicher Gewebe, namentlich aber auch für die meisten thierischen Objecte. Ein zweites, mit einem Querschnitt wie Fig. 64 *b* zeigt, dient für weiche, frische Wurzeln, ein drittes (Fig. 64 *c*) für harte, getrocknete Wurzeln, Hölzer und die in der thierischen Histologie vorkommenden Knorpelschnitte, für die in der Lebensmitteluntersuchung nothwendig werdenden Durchschnitte durch Samenschalen und dergleichen.

Man kann sich die zwei letzteren Rasirmesserformen leicht von jedem besseren Messerschleifer oder Instrumentenmacher anfertigen lassen; man kann namentlich die Sorte *c* leicht durch ähnlich geformte, von Barbieren zurückgelegte und deshalb billig zu habende Messer ersetzen. Da die Sorte *c* zu den Schnitten durch verhältnissmässig harte Materialien gehört, so leidet sie am meisten und es ist gut, die Sorte *c* in mehreren Exemplaren vorräthig zu halten, um immer scharfe Messer zur Disposition zu haben.

Was die Instandhaltung der Messer betrifft, so schleift man die stumpfgewordene Klinge zuerst auf einem möglichst grossen blauen Wassersteine scharf, indem man das Messer stets ganz flach hält, so dass Rücken und Schneide gleichzeitig den Stein berühren, und es (nach Dippel) mit der Schneide voran und unter stetem Wechseln der Seiten auf dem Steine hin und herzieht. Dann zieht man das Messer ebenso, aber unter sehr mässigem Druck, auf einem sogenannten Oelsteine womöglich unter Anwendung sogenannten Knochenöles ab, bis unter der Lupe die Schneide keine Scharte zeigt. Hierauf gibt man den Messern auf folgende Art eine Politur und die höchst erreichbare Schärfe:

Man nagelt über ein Brett vom 20 cm Länge und 10 cm Breite einen Fleck aus dickem Flanell derart auf, dass die Spannnägel auf den schmalsten Seiten des Brettes eingeschlagen werden und dass der Flanellstoff möglichst glatt gespannt ist; über den Flanell kommt dann auf dieselbe Art ein Stück Rehleder mit der Haarseite nach oben aufgenagelt.

Man macht sich am besten gleich zwei solche „Abziehbretter". Das eine wird mit einer Paste aus feingeschlemmtem Englischroth ($Fe_2 O_3$) und Stearinöl eingerieben, das andere mit feinstem Trippelpulver, welches mit Vaselin angerieben ist.

Man zieht nach dem Schleifen am Oelstein das Messer zuerst auf dem mit Englischroth und dann auf dem mit feinstem Trippelpulver überzogenen Streichbrette ab und erzielt damit eine feine Politur und vorzügliche Schneide. Die käuflichen spannbaren oder an der Wand und dergl. zu befestigenden Streichriemen verwirft der berühmte Harting mit Recht deshalb, weil sie beim Abziehen dem Messer keine ebene, sondern eine gekrümmte Fläche darbieten und daher eine sphärisch convexe Klingenschneide erzeugen, welche durchaus verwerflich ist. Schliesslich versäume man niemals, die Rasirmesserklinge nach dem Abziehen mit Spiritus abzuwaschen, um alles Fett und alle Schleifmaterialienreste von der Klinge fernzuhalten.

Mit der gegebenen Anleitung ist natürlich nicht gesagt, dass man mit dem Schleifen auf dem Wassersteine allein nicht auch gute Resultate erzielen kann — bei mir hat sich die oben angeführte Methode bewährt und deshalb empfehle ich selbe.

Die Schleifsteine erhält man in jeder Steinhandlung (auf dem Lande in Werkzeughandlungen) und sind für das gröbere Abschleifen die sogenannten Arkansas- oder Mississipisteine, für das feinere die französischen Wasser- und Oelsteine empfehlenswerth.

Zu bemerken ist noch, dass man Streichriemenpasta (Packet, rothe und schwarze Pasta enthaltend) bei Siebert zum Preise von 28 kr. erhält und dass diese Pasta allen Anforderungen entspricht; dagegen kann ich den bei Siebert erhältlichen spannbaren Streichriemen leider durchaus nicht empfehlen, da die Schneide auf ihm wohl scharf, aber zugleich auch convexkeilförmig wird, wodurch der Vortheil einer dünnen hohlgeschliffenen Klinge illusorisch gemacht wird.

Für weiche Gewebe, wie z. B. Gehirnmasse — hat man auch sogenannte Doppelmesser empfohlen. Es sind zwei miteinander verbundene Messer, welche einander paralell gestellt werden können. Bei dem Valentin'schen lancettförmigen Doppelmesser Fig. 65 A (*a* von der

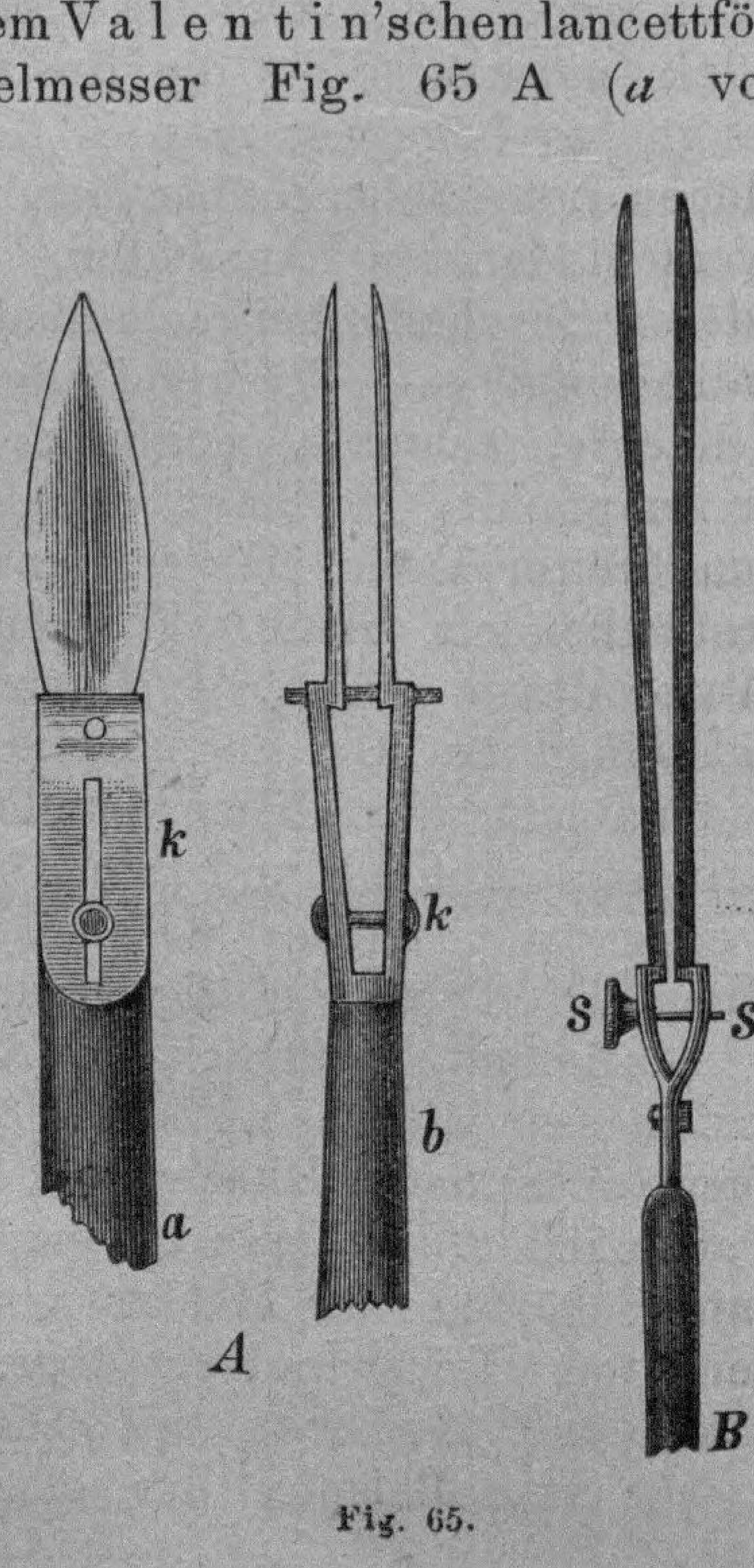


Fig. 65.

Fläche, *b* von der Kante der Messer aus gesehen) geschieht die Stellung der Messer mittelst dem in einem Schlitze verschiebbaren Knopfe *k*; bei dem mehr messerartigen Harting'schen Doppelmesser (Fig. 65*B*), geschieht die Annäherung mittelst der Schraube $s—s_1$, ähnlich wie bei den Branchen einer Reissfeder. Dippel selbst erzählt, dass er bis jetzt bei der Präparation vegetabilischer Objecte keinen Gebrauch von diesen Instrumenten machen konnte und sie dienen wirklich ebenso wie die ähnliche Doppellancette und der Doppelmeisel heutzutage mehr als Luxusartikel, wie als wirkliche Behelfe; nichtsdestoweniger wollen wir ihren Gebrauch damit erläutern, dass wir Harting's Worte citiren. Wir können dabei nicht umhin zu bemerken, dass die Doppelmseser bei Untersuchung von Nahrungsmitteln unter Umständen ganz gut zur momentanen Herstellung dünner Schnitte aus frischen, weichen Geweben gebraucht werden können und erhält man aus solchen Geweben grosse und gleichmässige Schnitte ohne viel Vorbereitung gleichsam ex tempore. Dass dabei das zu untersuchende Object z. B. eine egelverdächtige Thierleber „in unschöner Weise zerhackt“ wird, hat bei der Lebensmitteluntersuchung nicht viel zur Sache. Harting schreibt über das Doppelmesser folgende classische Worte: „Am besten wäre es aber, wenn man ein Mittel hätte — aus ganz frischen Geweben hinlänglich dünne Schnitte anzufertigen. Dazu sind die Doppelmesser von Gerber und Valentin bestimmt, welche weiter oben beschrieben wurden, zugleich mit den von mir (Harting) angebrachten Veränderungen. Zuverlässig ist das Doppelmesser in manchen Fällen ein sehr brauchbares Instrument; nur darf man nicht glauben, dass es überall und immer anwendbar ist. Sind die Theile sehr weich, wie das Gehirn und Rückenmark, so hat es mir (Harting) niemals gelingen wollen damit Schnitte zu bekommen, die, ohne dass zugleich Compression angewendet wurde, vollkommen durchsichtig gewesen wären. Bei ziemlich festen, zumal faserigen Organen, wie etwa des Uterus ist es aber ganz am Platze.“ Wir hören also, dass Harting ohne gleichzeitige Compression von weichen Geweben keine befriedigenden Resultate erhielt; für härtere Gewebe besitzen wir aber im Rasirmesser ein besseres Hilfsmittel, weshalb die Anwendung des Doppelmessers nur unter Zuhilfenahme einer passenden Compression etwa durch Aufdrücken des Deckglases oder Anwendung eines der später zu beschreibenden Compressorien — für Proben aus weichen Geweben immerhin empfohlen werden kann.

Dr. Frey beschreibt ein verbessertes Doppelmesser aus englischen Messerschmiedwerkstätten, wir übergehen aber dasselbe, da es unseren Lesern kaum zugänglich sein dürfte. Man hat auch neuerer Zeit Doppelmesser mit einer Feder zwischen den zwei Klingen. Das scheint nicht gut zu sein und Dr. Friedländer in Berlin äussert sich hierüber:

„Die meisten Instrumentenmacher machen die Feder zwischen den zwei Branchen des Doppelmessers zu stark; oft habe ich es vortheilhaft gefunden, diese Feder ganz zu entfernen.“

Wir haben oben gesehen, dass das in Fig. 65 *B* abgebildete Harting'sche Doppelmesser gar keine besondere Feder hat, dass man also auch keine zu entfernen braucht. Harting scheint uns also in Sachen des Doppelmessers, sowie in vielen anderen Angelegenheiten des Mikroskopikers eine grosse Autorität zu sein.

Ueber den Gebrauch selbst schreibt Harting:

„Die gehörige Benützung des Doppelmessers erfordert besondere Rücksichten. Sind die beiden Klingen mittelst der Schraube (Fig. 65 *B* $s—s_1$) in die Stellung gebracht worden, welche man für die passendste erachtet, so taucht man dieselben in Wasser, so dass ihre Innenfläche ganz nass wird. Man fängt mit dem hintersten, der Hand zugekehrten Theile des Doppelmessers zu schneiden an, weil hier (Fig. 65 *B*, *c*) das Interstitium der beiden Klingen am kleinsten ist und zieht das Messer mit einem Schnitte unter sanftem Drucke gegen sich; denn wollte man beim Schneiden hin- und herfahren, so würde der bereits zwischen beide Messer gefasste Theil dadurch zerrissen werden. Durch Lockern der Schraube entfernt man hierauf beide Klingen von einander und den an der

einen Klinge haftenden Schnitt spült man mit etwas Wasser ab."

So Harting über die Benützung des Doppelmessers. Schliesslich bemerken wir noch, dass in Oesterreich selbst meines Wissens Doppelmesser nur bei Instrumentenmachern für Chirurgie zu haben sind, so z. B. bei Franz Marconi, Wien, IX., Schwarzspanierstrasse 3, das sogenannte scalpellförmige Heschl-sche Doppelmesser (mit Feder) zum Preise von fl. 3·70. In Deutschland führen die meisten Handlungen für den mikroskopischen Bedarf Doppelmesser.

Wichtiger und verbreiteter als die Doppelmesser sind die sogenannten Mikrotome. Früher verstand man darunter überhaupt alle Vorrichtungen zum Schneiden von für mikroskopische Beobachtung bestimmten Objecten, also auch allerlei Scheeren, welche man heutzutage durch feine anatomische Scheeren (krumme und gerade), ja sogar durch Stickscheeren mit Vortheil überflüssig oder doch entbehrlich macht, so z. B. das Fig. 66 abgebildete sog.

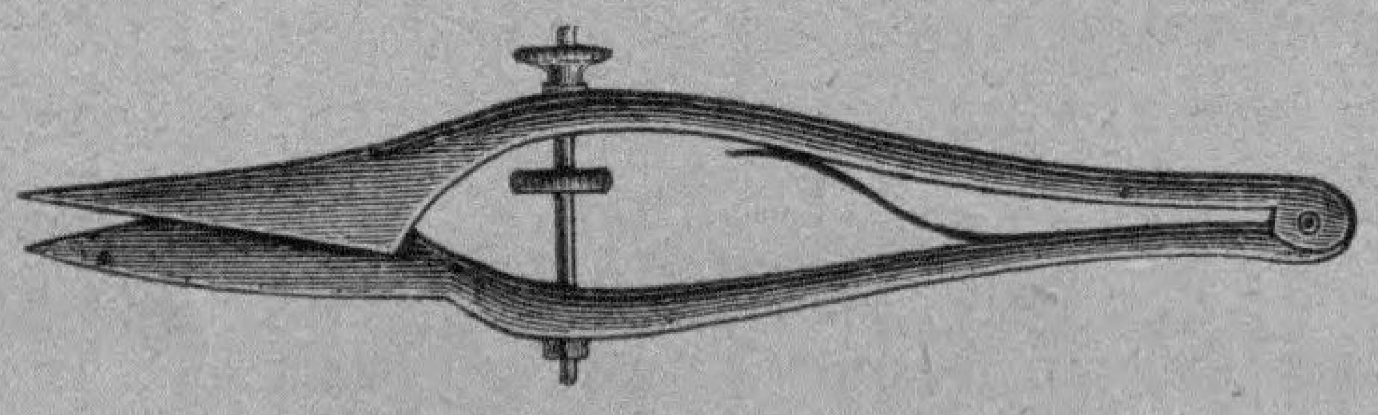


Fig. 66.

Mikrotom von Strauss-Dürckheim, dessen Gebrauch sich schon aus der Abbildung ergibt. Später verfertigte man sogenannte Handmikrotome, d. h. Vorrichtungen, bei denen der zu schneidende Gegenstand mittelst eines Mikrometerschraubengewindes über eine Ebene successive gehoben wurde, während man aus freier Hand mit dem Rasirmesser — die Ebene als Führung benützend — den zu schneidenden Körper zertheilte. Wir werden sehen, dass dieses Princip noch heute fast in der ursprünglichen Form zur Anwendung kommt. Ein anderes Princip war jenes von Rivet, bei welchem die Hebung des Objectes mittelst Verschieben auf einer schiefen Ebene („Schlitten") stattfand. Harting und viele nachfolgende Mikroskopiker halten von diesen und auch vielen modernen Mikrotomen nicht viel, doch scheint Harting von jenen Mikrotomen, „bei denen das Messer nicht wie hier, lose in der Hand gehalten, sondern auf mechanische Weise oder wenigstens durch einen verschiebbaren Rahmen bewegt wird — bessere Resultate" erwartet zu haben. Ein solches Mikrotom mit mechanischer Messerführung, ähnlich jener der gewöhnlichen Häckselschneidmaschinen — stellte zuerst der Engländer Queckett her. Später folgte Oschatz in Breslau, dann Welcker, endlich Rivet nach und doch vermochten sich die deutschen Mikroskopiker nicht dazu zu entschliessen, der Erfindung des Mikrotoms auch nur ein Wort der Anerkennung zu spenden. Namentlich die Botaniker, für welche eigentlich das Mikrotom ursprünglich bestimmt war, lassen an demselben kein gutes Haar und Dippel sowie Bachmann sprechen demselben sogar Ende der 70er Jahre jede Zukunft selbst für den Fall ab, als sie verbessert würden, da dann der hohe Preis ihrer Verbreitung entgegenstehen würde. Dagegen haben gerade die Thierhistologen und namentlich die Pathologen und Embryologen sich des Mikrotoms in allen seinen Gestalten angenommen und ihnen ist es auch zu verdanken, dass die Rivet'schen Mikrotome von Schanze in Leipzig, Doctor Long in Breslau u. a. m. verbessert und dadurch popularisirt wurden.

Wir werden später die wichtigsten modernen Mikrotom-Constructionen kennen lernen; hier genügt es, wenn wir uns merken, dass alle Mikrotome in zwei grosse Gruppen sich theilen: In solche ohne mechanische Messerführung auch Handmikrotome genannt und solche mit mechanischer Messerführung „Mikrotome" kurzweg geheissen.

Um aber den Vortheil der Mikrotome würdigen zu können, muss man die modernen Methoden des Schneidens von Objecten aus freier Hand durchaus verstehen und wir gehen deshalb zunächst auf diese ein.

Man versucht es, zunächst von einem Krautstengel, Kohlstrunk, Erdäpfelknollen u. dergl. oder von einem Stängelchen Hollundermark mit dem Rasirmesser Fig. 64 *c* möglichst feine Abschnitte zu machen. Man verfährt dabei so: man führt zuerst einen Schnitt in der gewünschten Richtung (am leichtesten sind Querschnitte), um sich eine ebene Fläche

an dem zu schneidenden Gegenstande zu schaffen. Dann fasst man den Gegenstand zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand und setzt das mit der rechten Hand nahe an dem Gelenke gefasste Rasirmesser auf die ebene Schnittfläche auf. Nun gibt es da zwei Schneidarten: die „hobelnde" und die „schneidende". Bei der ersteren — der hobelnden — setzt man das Messer leicht auf die geebnete Oberfläche des zu schneidenden Gegenstandes auf und fährt mit dem Messer über dieselbe rasch — ohne das Messer gegen sich zu ziehen — hinweg. Gelegentlich nimmt die Schneide des Messers von dem Gegenstande eine dünne Schichte in der nämlichen Art weg wie ein Hobel.

Bei der zweiten Methode setzt man das Messer fester auf die zu schneidende Oberfläche auf, zieht es bedächtig gegen sich, während es mit dem Gegenstande einen axialen Winkel von 50 bis 60⁰ einschliesst und hält die Klinge fortwährend im Auge. So wie man merkt, dass das Messer, resp. dessen Klinge sich heben will, so muss man sie sofort niederhalten; will sie sich senken, muss man sie heben u. s. w.

Die Hobelmethode liefert rasch zahlreiche, in der Dicke sehr variable Schnitte, aus denen man sich die nicht gar zu dünnen (da diese leicht reissen) heraussucht. Die dicken wirft man weg. Diese Hobelmethode involvirt also eine Materialverschwendung; die andere liefert gleichmässigere Schnitte, ist aber viel zeitraubender und daher lästiger. Der Anfänger übe sich aber in beiden! Bemerkt muss werden, dass die Messerklinge fortwährend feucht gehalten werden muss, so dass die Schnitte auf der Klinge schwimmen. Bei unserem Versuche befeuchten wir die Schnitte mit destillirtem Wasser, geben also auch auf das Rasirmesser mittelst einer Spritzflasche fortwährend die genügende Menge Wasser. Die Schnitte spült man mit einem stark mit destillirtem Wasser befeuchteten Pinsel in eine Glasschale mit Wasser. Aus der Schale werden die Schnitte mit einem Schnittfänger nach Art der in Fig. 67 abgebildeten, wie solche bei Siebert von 35 kr. an zu haben sind, herausgefischt, indem man das spatelförmige Ende des Präparatenfängers unter den Schnitt schiebt und sammt dem Schnitte heraushebt. Sehr weiche Schnitte werden mit einer Nadel unterfangen und der Schnitt soll, wie Prof. Sigmund Exner sich populär ausdrückt, daran hängen, „wie Wäsche an einem Strick."

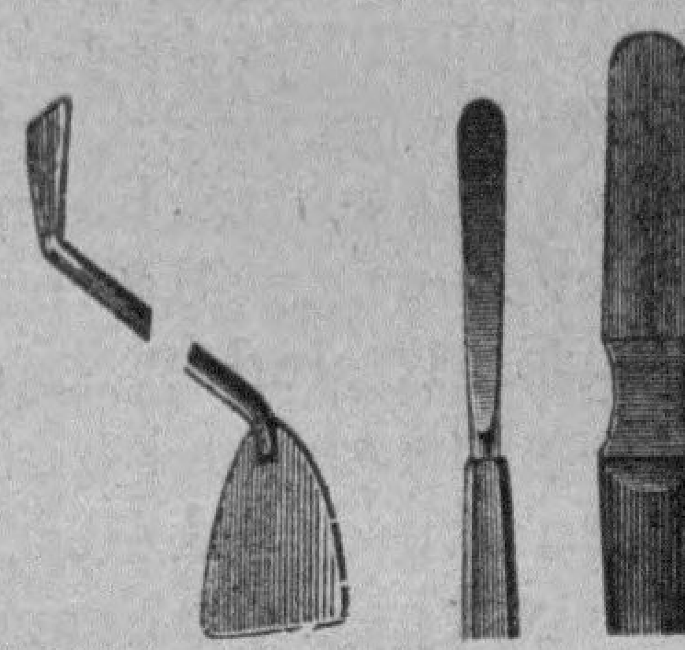


Fig. 67.

Die herausgefischten Schnitte legt man auf einen Objectträger, breitet sie mit dem Pinsel sachte aus, bedeckt mit dem Deckglas und untersucht bei circa 400maliger Vergrösserung. Ein tadelloser Schnitt von Hollundermark zum Beispiel muss das Parenchym des Markes so zeigen wie Fig. 68.

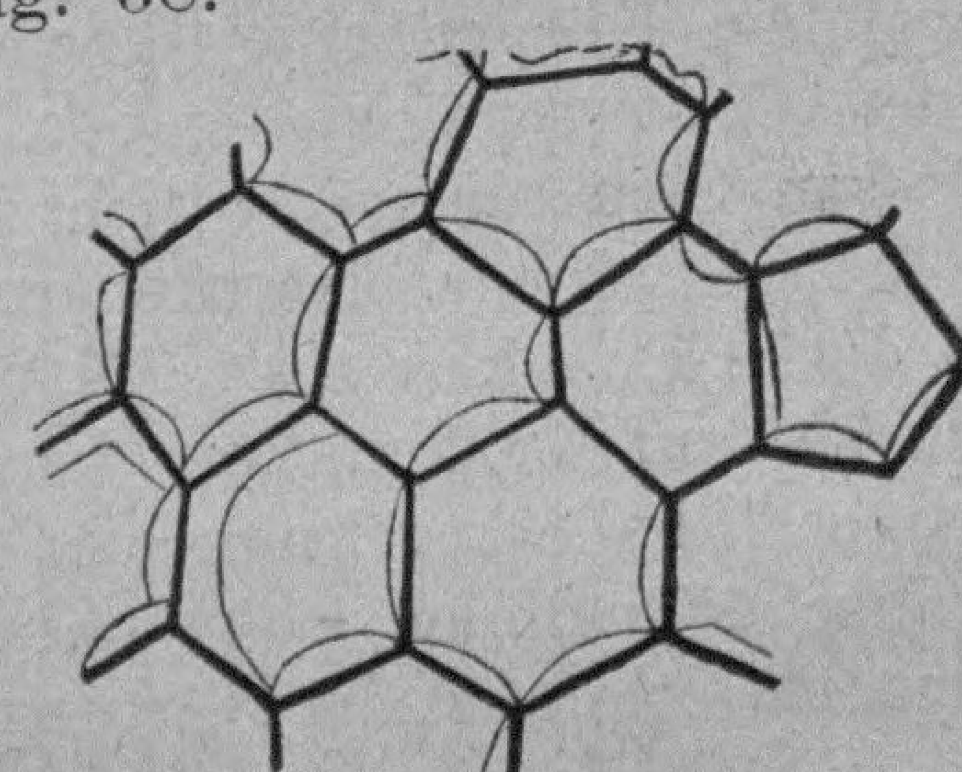


Fig. 68.

Zu dicke Schnitte zeigen bei schwächeren Vergrösserungen ein Durchschimmern der unteren Zellschichten und wenig Licht. Zu dünne Schnitte dagegen zahlreiche Einrisse und Zellenfragmente. Bei stärkeren Vergrösserungen (400 bis 600mal) zeigen dicke Schnitte gar kein deutliches Bild mehr, sondern nur nebelhafte, durcheinanderschwimmende Contouren.

Man halte daher die goldene Mittelstrasse ein.

Durch Vergleichen mit guten Abbildungen wird man nach wenigen Wochen aus härteren Objecten wie die obenerwähnten, tadellose Schnitte herstellen gelernt haben. Dabei wird man zweierlei wahrgenommen haben:

1. Dass sich weichere Objecte schwerer schneiden lassen als härtere (natürlich

sehen wir von ganz harten Objecten wie Horn, Bein u. dergl vorläufig ab.)

2. Dass sich grössere Objecte, die dem Messer eine breitere Fläche darbieten, leichter schneiden lassen als kleinere und dass sich ganz kleine Gegenstände, z. B. Haare u. dergl. nach der bis jetzt beschriebenen Manipulationsart gar nicht schneiden lassen.

Thatsächlich ist es auch eine wichtige Aufgabe der modernen Mikroskopie gewesen, den sub 1. und 2. angeführten Wahrnehmungen Rechnung zu tragen.

Der ersteren wurde theils durch die Erfindung des vorbeschriebenen Doppelmessers, da sich aber dieses, wie erwähnt — bei ganz weichen Objecten nicht bewährte — durch die sogenannten Härtungs-Methoden Rechnung getragen.

Es gibt ihrer seit einem Decennium unzählige und Jeder lobt die seine.

Die Härtungsmethode muss — soll sie genügen — den Zweck erfüllen, einem weichen Körper eine „schnittfähige“ Consistenz zu geben, ohne dabei dessen Structur wesentlich zu verändern. Die älteste Härtungsmethode war die des Trocknens. Man kann selbe, da sie auf Verdunstung beruht — die flüssigen Theile trocknen aus — eine „physikalische“ nennen.

Die nächstälteste ist die Härtung durch Einlegen in Alkohol; sie ist eine mehr chemische, da der Alkohol die Albuminstoffe gerinnen macht, beruht aber ebenfalls darauf, dass der Alkohol dem Objecte Wasser entzieht, dasselbe also gewissermassen auf chemischen Wege austrocknet. Ausser diesen gibt es noch zahlreiche andere chemische Härtungsmethoden, die wir an passender Stelle kennen lernen werden; es gibt aber eine ganz moderne und sehr wichtige physikalische Härtungsmethode, weil sie die Structur der zu härtenden Objecte beinahe unverändert lässt (freilich nicht ganz unverändert), und weil sie das Schneiden ganz frischer Organe gestattet.

Bei den Mikrotomen werden wir eine Vorrichtung kennen lernen, welche das Anfrieren des zu schneidenden Objectes auf eine Metallplatte jederzeit, selbst im heissen Zimmer, möglich macht; hier wollen wir erwähnen, dass man behufs Anfrierenlassens ohne besonderen Apparat, feingehacktes Eis (noch besser Schnee) mit gewöhnlichem Kochsalz gemischt in eine Theeschale gibt, in welche man einen passenden Becher von Blech oder noch besser einen zinnenen gestellt hat. In den zinnenen Becher kommt auf einen grossen Kork das befeuchtete Object. In einen tiefen Teller kommt gleichzeitig dieselbe Kältemischung und in diese gräbt man die Klinge des Rasirmessers unter möglichster Schonung der Schneide ein. Nach wenigen Minuten sinkt ein in jene Mischung, in welcher der metallene Becher mit dem Object steht, eingesetztes Thermometer nach Celsius auf 12 Grad unter den Nullpunkt, und dann weiter; zeigt das Thermometer 16—18 Grad unter Null, so nimmt man den Kork mit dem nunmehr angefrorenen Objecte heraus und schneidet mit dem ebenfalls abgekühlten Rasirmesser. Das letztere eigens zu befeuchten, ist hier nicht nöthig, da sich an der kalten Klinge Wasserdampf in Menge zu destillirtem Wasser niederschlägt.

Andere, stärkere Kältemischungen anzuwenden, wird man selten in die Lage kommen; mangelt aber das Eis, so nimmt man ein becherförmiges Trinkglas, stellt ein recht dünnes Kochbecherglas hinein, welches über den Rand des Trinkglases etwas hervorragen kann, gibt in diesen Kochbecher den Kork mit dem anzufrierenden Object, füllt den Zwischenraum zwischen beiden Gläsern vorsichtig mit Sal mirabile Glauberi (SO_4Na_2) in Krystallen und schüttet durch einen bis auf den Boden des Trinkglases reichenden Trichter nach und nach Salzsäure (Acid. muriaticum crudum) ein. Dadurch gefriert das Object in dem Kochbecher, den man zur Verhinderung der Wärmeausstrahlung mit einem ebenen Brettchen bedeckt hat, weil das im Glaubersalz chemisch gebundene Krystallwasser beim Hinzufügen der Salzsäure flüssig wird und die Temperatur auf — 17° C. sich erniedrigt, indem die Schmelzungswärme latent wird. Das Rasirmesser, welches man in diesem Falle natürlich nicht in die salzsaure Glaubersalzmischung einbetten kann, kann in diesem Falle ohne Eis dadurch gekühlt werden, dass man es in Aether taucht und den Aether durch Schwenken

des Messers möglichst rasch abdunsten lässt. Dies ist die wichtigere physicalische Methode der Härtung; die minder wichtige, die Trocknungsmethode, haben wir ebenfalls erwähnt und wollen dieselbe gleich besprechen, da sie für die meisten Objecte gleichartig prakticirt werden kann und nicht wie die chemischen Härtungsmethoden ängstliche Anpassung an das specielle Object erfordert, wenn auch eine gewisse Rücksichtnahme auf die Beschaffenheit des zu härtenden Körpers auch hier nicht ganz ausser Acht gelassen werden darf.

Man kann das Trocknen entweder mittelst der natürlichen Wärme der Luft, eventuell bei Körpern, deren Farbe nicht zu sehr im Lichte modificirt wird, oder wo eine solche Modification gleichgiltig ist — an der Sonne durchführen — oder man kann hiezu künstliche Mittel, wie Chlorcalcium, das Vacuum oder künstliche Wärme anwenden.

Da das Trocknen heutzutage nur eine untergeordnete Rolle unter den Härtungsmethoden spielt, so wird man sich wohl kaum einen eigenen Trockenapparat oder eine Luftpumpe u. dergl. behufs Trocknung von Geweben auf künstlichem Wege anzuschaffen brauchen. H a r t i n g und nach ihm D i p p e l bilden eine ziemlich complicirte Vorrichtung zum Trocknen mit heisser Luft in ihren Werken ab und wir glauben dessen Abbildung und Beschreibung um so eher unterlassen zu können, als dieser Apparat mehr für den Zoologen zum Trocknen von Würmern und dergleichen einen Werth haben dürfte. Dagegen lässt sich ein zu bacteriologischen Versuchen als Sterilisirungs- oder Vegetationskasten ebenfalls brauchbarer Trockenofen zweckentsprechend als Trockenapparat zur Vorbereitung von Objecten für den Schnitt verwenden und seine Anschaffung ist also eine auch aus anderen Gründen durchaus nicht unnütze Auslage, abgesehen davon, dass man in einem solchen Ofen, wie wir später sehen werden, in zweckentsprechendster Weise die Verschlüsse von Canadabalsam, Glyceringelatine und anderen Dauerpräparaten sowohl erhärten, als bei misslungenen wieder aufweichen kann.

Wir bilden einen solchen Trockenofen, wie selber bei R u d. S i e b e r t in Wien aus Weissblech schon zum Preise von 2 fl. 80 kr. zu haben ist (aus Kupfer kostet er mehr) in Fig. 69 ab. Die

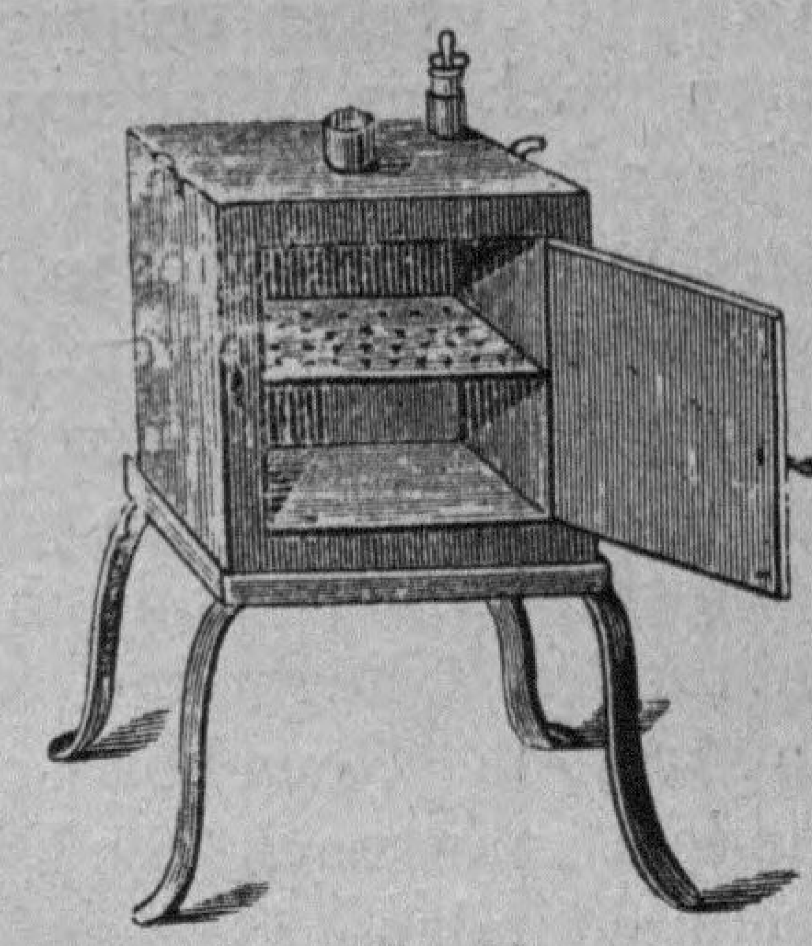


Fig. 69.

Zwischenwände werden durch den einen Tubus mit Wasser gefüllt und unter den Apparat eine Spiritus- oder Bunsenflamme gesetzt; in den zweiten mittleren Tubus setzt man mittelst Kautschuckstöpsel ein Thermometer ein und in den Kasten selbst bringt man die zu trocknenden Objecte am besten in offenen Glasdosen; selbe an Drahthäckchen aufzuhängen, wie H a r t i n g vorschlägt, dürfte bei diesem Apparat nicht nöthig sein.

Zum Trocknen verwende man nach H a r t i n g und D i p p e l nur möglichst fettfreie, kleine Stückchen des betreffenden Gewebes, die indessen immerhin eine solche Ausdehnung besitzen müssen, dass sie auch nach dem Einschrumpfen dem Messer eine noch hinreichend grosse Schnittfläche bieten.

Neben die Objecte kann man immerhin ein Schälchen mit calcinirtem Chlorcalcium oder mit Schwefelsäureanhydrid bringen. Dann schliesst man die Thüre des Kastens und wartet, bis das Thermometer 45° Celsius anzeigt; meist werden dann die Objecte eine seifen- oder hornartige Consistenz erreicht haben. Sie lassen sich dann schneiden und geben unter destillirtem Wasser oft ein dem frischen Gewebe sehr ähnliches Bild, wenn man sie unter dem Mikroskope betrachtet. Ich habe auf diese Art einen Regenwurm getrocknet und er liess sich dann mit dem Rasirmesser wie ein Weidenstengel schneiden. Mit destillirtem Wasser aufgeweicht und unter Zusatz eines Tropfens einer Mischung von 70 Glycerin, 15 Alkohol und 15 Aqua destill. auf den Objecttisch des Mikroskopes ge-

bracht, zeigte der Schnitt die Organe des Wurmes mit fast schematischer Deutlichkeit.

Viele Objecte dagegen vertragen weder ein Trocknen noch ein Wiederaufweichen und bei diesen bleibt man auf chemische Härtungsmethoden angewiesen, wo die Gefriermethode nicht angewendet werden kann oder man selbe nicht anwenden will. Auch nach einer anderen, in der Mitte zwischen physikalischen und chemischen Härtungsmethoden liegenden Methode kann man weiche Gewebe schneidbar machen, indem man nach Schleiden den zu schneidenden Gegenstand mit einer dicken Lösung von Mucilago gum. arab. tränkt, welcher man, damit sie nach dem Trocknen nicht zu spröde wird, einige Tropfen Glycerin und etwa 5% (Volum) Syrupus simplex zugesetzt hat. Man lässt dann den getränkten Gegenstand an der Luft auf einer Tasse eintrocknen oder wenn er klein ist, gleich auf einem Opodeldocglas - Korkstöpsel. Dann macht man die Schnitte und bringt sie in ein Schälchen, in welchem sich etwas nicht über 40° Celsius erwärmtes Wasser befindet. Hat sich das Gummi aufgelöst, so kann man die Schnitte mit obiger Glycerinlösung befeuchtet, unter dem Mikroskope betrachten. Hier sehen wir also die rein physikalische Trockenmethode mit einer Einbettung in eine erhärtende Masse vereinigt.

Wir werden bald sehen, dass man unter gewissen Umständen auch auf chemischem Wege gehärtete Gegenstände in schneidbare — ursprünglich flüssige — dann erhärtende Massen, wie z. B. Gummilösung, Seifenlösung, Gelatine, Paraffin u. dergl. „einbettet", um sie besser schneidbar zu machen.

Aber man hat schon früher die damals noch unvollkommenen chemischen Härtungsmethoden mit der rein physikalischen Trockenmethode combinirt, um gut schneidbare Objecte zu erlangen. So hat man die Objecte, bevor man sie in den Trockenapparat brachte, vorher in Wasser, Essig oder verdünnter Natronlauge gekocht, in heisses Acid. nitric. dilut. getaucht oder 2 bis 3 Tage in Holzessig eingeweicht und Dippel spricht sich über diese Methoden, soweit sie thierische Gewebe betreffen, nicht ungünstig aus; doch hat man dafür heutzutage viel schonendere chemische Erhärtungsmethoden.

Wie wir bereits oben ausgeführt haben, hat man für die verschiedenen Objecte verschiedene chemische Härtungsmethoden und wir können diese nicht alle hier aufzählen, sondern wollen, falls wir später auf ein zu präparirendes Object su sprechen kommen, welches eine besondere Härtungsmethode verlangt, dieselbe besprechen. Doch gibt es gewisse, vielfach verwendbare Härtungsmethoden, welche namentlich demjenigen, der sich nicht speciell mit Histologie zu befassen hat, ausreichende Dienste leisten und diese können wir gleich jetzt besprechen. Wir haben bereits oben erwähnt, dass die älteste chemische Härtungsmethode jene mit Alkohol ist, indem dieser den Objecten einerseits Wasser entzieht und dieselben so auf chemischem Wege austrocknet, andererseits die in frischem Zustande flüssigen Eiweissstoffe (Albuminate) der Objecte zum Gerinnen bringt, dieselben also in einen schneidbaren Zustand versetzt. Dagegen löst der Alkohol Fettsubstanzen und viele Extractivstoffe auf; wo es also auf die Demonstration dieser in einem mikroskopischen Präparate ankommt, darf natürlich Alkohol nicht zur Härtung angewendet werden, sonst aber ist wirklich reiner Alkohol in Abstufungen bis zu einer Verdünnung mit 80 bis 85 und bei sehr zarten Geweben gar 90 Gewichtspercenten Wasser ein für die meisten Gewebe brauchbares Härtungsmittel. Man legt dabei die zu härtenden Objecte zuerst in 10%igen, dann 15%igen, dann 20%igen, dann 50%igen, dann 75%igen und schliesslich in absoluten Alkohol, bis sie die zum Schneiden nöthige Consistenz angenommen haben, was natürlich nach Verschiedenheit der eingelegten Gewebe eine verschieden lange Zeit erfordert, so dass sich hierüber eine allgemeine Regel nicht geben lässt. Die durch die Gerinnung der Albuminate in den mit Alkohol gehärteten Objecten hervorgerufene Trübung lässt sich durch Einlegen des Schnittes in Oleum Caryophyllorum oder in oberwähnte Mischung aus 70 Glycerin, 15 Alkohol und 15 Aqu. dest. in den meisten Fällen aufhellen. Ebenso wie Alkohol kommt auch stark verdünntes Acidum chromicum als allgemeineres

Härtungsmittel, namentlich für histologische und pathologische Zwecke in Anwendung. Auch hier bewährt sich die gradweise Härtung, d. h. das Einlegen des zu härtenden Objectes in zuerst verdünntere, dann stärkere Lösungen. Die zu härtenden Objecte werden, falls es angeht, in kleinere Stücke zertheilt und zuerst in eine Lösung von 1 gr Acid. chromic. auf 500 ccm Aqu. dest. eingelegt, nach circa 5 Tagen legt man sie in eine $^1/_2$%ige und schliesslich in eine 1%ige Chromsäurelösung, bis die Stücke nach circa 8—14 Tagen, ja, bei sehr weichen Objecten nach 3—4 Wochen die nöthige Schnittconsistenz erlangt haben.

Die Objecte haben dann eine gelbgrüne Färbung erhalten, die manche Details der Structur besser hervorhebt, dagegen aber die Durchsichtigkeit vermindert und wird die Aufhellung hier stets mittelst Einlegen in ein Glyceringemisch zu erfolgen haben.

Eine für Objecte, welche sehr zart sind, wie z. B. die Retina des Auges, taugliche, daher „Augenflüssigkeit" genannte, zuerst von H. Müller in Würzburg empfohlene Härtungsflüssigkeit kann nach folgendem Recepte hergestellt werden:

Kali bichrom.	2·00
Natr. sulfur.	1·00
Aqu. destill.	100·00

Für Objecte, welche arm an Proteïnsubstanzen sind — also für manche pflanzliche Objecte — eignet sich das kohlensaure Kali (25%ige Lösung in Wasser) am besten als Erhärtungsmittel.

Auf viele andere Härtungsmittel chemischer Wirkungsweise hier einzugehen — verbietet deren Zahl und Specialität.

Ein Beispiel wird hier genügen: So wird eine 1%ige Sublimatlösung als specielles Erhärtungsmittel angewendet, wenn es sich darum handelt, thierische Capillargefässe sammt den in ihnen enthaltenen Blutkörperchen schnittfähig zu machen: für alle anderen Zwecke ist diese Härtungsflüssigkeit unbrauchbar, da alle anderen Gewebe in ihr zu stark schrumpfen und auch ihre Durchsichtigkeit selbst in sehr dünnen Schnitten einbüssen.

Aber es gibt nicht nur Objecte, die zu weich sind, um geschnitten werden zu können, sondern auch solche, welche zu hart sind. Diese muss man je nach Umständen entweder in Wasser oder in Sodalösung oder Pottaschesolution, ja manche, wie z. B. sehr harte Hölzer, sogar in Lösungen von Aetzkali (Kaliumhydroxyd) digeriren, um sie weicher zu machen. Wie Dippel treffend bemerkt — wird man aber erst durch eigene Versuche über die Behandlungsweise ein Urtheil fällen können.

Sollen sehr harzreiche Hölzer geschnitten werden, digerirt man sie zuerst in starkem Alkohol und schneidet mit einem Rasirmesser nach Art desjenigen Fig. 64 c unter starker Befeuchtung mit Spiritus.

Sind sehr ungleich harte Objecte zu schneiden, wie manche verholzte Pflanzentheile, die einestheils noch ganz weich, anderntheils hart sind, so erfordert das Schneiden eine grosse Umsicht und Geschicklichkeit. Als Regel gilt dabei: Man schneide vom härteren Theile in den weicheren hinüber und lege, falls man nicht Veränderungen von stickstoffhaltigem Zelleninhalte oder Lösungen von charakteristischen Extractivstoffen zu befürchten hat, das Object auf 2 bis 3 Tage in 50%igen Alkohol, wodurch die härteren Theile etwas erweicht, die weichen dagegen bedeutend erhärtet und so die Ungleichheiten etwas ausgeglichen werden.

Sehr flache, weiche Gegenstände von einiger Ausdehnung, von deren Oberfläche Schnitte genommen werden sollen, kann man ohne Rasirmesser schneiden, indem man ein lancettförmiges Messer, und zwar je nach Umständen entweder ein gerades und in der Mitte auf einer Seite geripptes oder ein gegen die Fläche gebogenes nimmt. Das erstere zeigt Fig. 70, das letztere

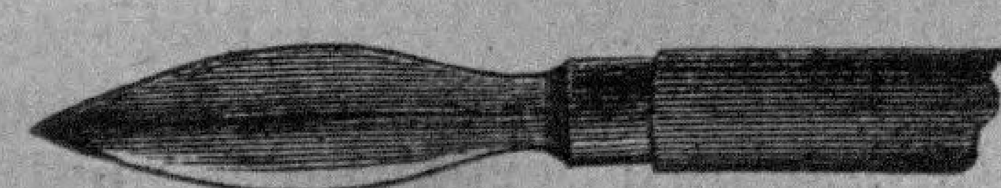


Fig. 70.

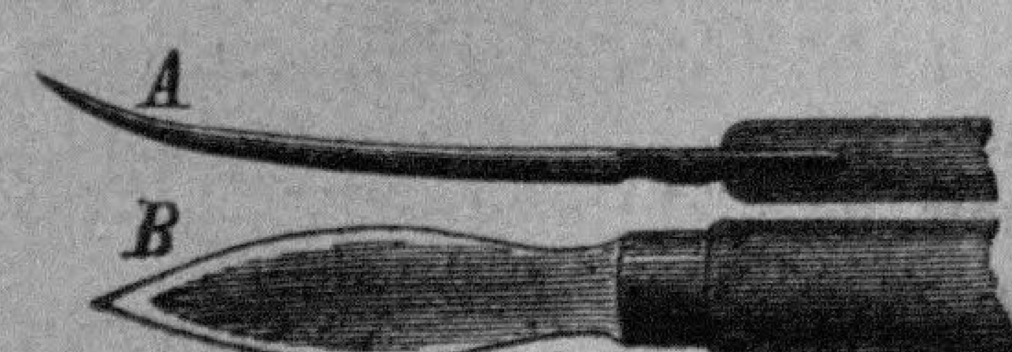


Fig. 71.

Fig. 71, und zwar *B* von der Fläche *A* von der Seite aus gesehen. Angewendet

wird es, indem man die mit Wasser befeuchtete Spitze flach unter die Oberfläche einsticht und dann parallel mit dieser fortschiebt. Der sich dadurch bildende oberflächliche Abschnitt kann dann mittelst einer Stickscheere vollständig abgelöst werden.

Sehr dünne oder platte und biegsame Objecte, z. B. zarte Pflanzenblätter, thierische Häute u. dergl. schneidet man am zweckmässigsten zwischen reinen Kork- oder Hollundermarkplättchen, die man in einem hölzernen Schraubstock oder Feilkloben unter sanftem Anziehen der Schraube einspannt. Hölzerne, an den Backen mit Kork belegte Feilkloben, erhält man in jeder grösseren Werkzeughandlung. Bei länglichen Gegenständen, z. B. bei Caryophylli u. dergl. schneidet man einen grossen Korkstöpsel mitten entzwei und feilt mit einer runden, feinen Feile in die Korkhälften zwei auf einander passende Halbrinnen. In diese kommt der zu schneidende Körper. Haare, Moosblätter u. dergl. schneidet man, indem man sie in grösserer Zahl mit der oberwähnten Gummilösung zu einem Bündel vereinigt und dann zwischen den zwei Korkstöpselhälften antrocknen lässt. Hierauf werden die Schnitte, wie oben, in warmem destillirtem Wasser vom Gummi befreit. Ebenso kann man Samen u. dergl. schneiden, nur nimmt man statt des gegenüber dem Samen zu weichen Korkes entsprechend geformte Stücke von Pappel- oder Lindenholz. Ganz winzige Körperchen, wie Stärkemehl, Sporen u. dergl. lassen sich auch zerschneiden, wenn man sie in eine Lösung aus 20 gr Gummi arab., 20 gr Aqu. dest. und 0·75 gr Glycerin einrührt und eintrocknen lässt. Dann überzieht man (nach Schacht) mit dieser Lösung nach und nach, indem man schichtweise eintrocknen lässt und wieder aufträgt, ein Hollundermarkstängelchen (bei Uhrmachern erhältlich) und nimmt von der Oberfläche möglichst feine Schnitte ab. Einige solche Schnitte bringt man mit Wasser auf eine Glasplatte und wechselt vorsichtig das Wasser, bis das Gummi aufgelöst ist, worauf man dann auf der Objecttafel sehr zarte Durchschnitte der Körnchen des Stärkemehles u. dergl. hat. Man kann auch die mit Gummischleim angerührte Masse in ein aus Papier, mittelst Leim geklebtes viereckiges Kästchen einfüllen und dieses in 90%igen Alkohol hineinstellen. Nach kurzer Zeit ist die Gummimasse schnittfähig erstarrt und kann aus dem Papierkästchen herausgeschnitten werden. Nun führt man durch die prismatische Gummimasse Schnitte nach allen Richtungen und verfährt wie oben. Dieses Verfahren heisst man „Einbettung“.

Viele grössere Objecte können ganz gut ohne Vorbereitung in der Hand gehalten und geschnitten werden; so kann man man feste Blätter um sich selbst fest rollen und Querschnitte machen.

Bei vielen anderen Objecten ist es gut, dieselben auf ein Stück Seife zu legen und dann senkrecht Schnitte gegen die Seifenoberfläche zu führen. Viel bequemer aber bleibt es, diese Objecte — eben so wie wir oben bei den ganz kleinen gesehen haben — in eine an sich schon schnittfähige Masse einzubetten. Dass diese Masse möglichst dieselbe Härte haben muss, wie der einzubettende Gegenstand, versteht sich von selbst. Die eine Einbettungsmethode in Gummi haben wir soeben kennen gelernt, die anderen Methoden werden wir im Folgenden kennen lernen.

Die am häufigsten geübte moderne Einbettungsmethode ist jene in Paraffin. Man verfährt dabei auf verschiedene Weise, je nachdem man kleinere oder grössere Objecte einzubetten hat. Bei kleinen Objecten bis zu Erbsengrösse, nimmt man einen Kautschukstöpsel, tropft auf denselben Paraffin durch Erwärmung flach auf, legt nun das Object darauf und übertropft solange mit Paraffin, bis es mit einer fast $^1/_2$ cm dicken Schicht überzogen ist, dann kann man es schneiden, indem man den Stöpsel als Handgriff benützt. Die Schnitte kommen in eine Schale mit Spiritus Thereb. rect. (Terpentingeist), wo sich das Paraffin auflöst und können dann in Damarlack oder auch in Anisöl oder dergl. unter dem Mikroskope betrachtet werden. Wenn die zu schneidenden Stückchen früher in Alkohol gehärtet wurden, hat man nur nöthig, sie gut mit Fliesspapier abzutrocknen und kann sie sofort einbetten; waren sie aber vorher mit Müller'scher Flüssigkeit, Chromsäurelösung, kohlensaurem Kali u. dergl.

gehärtet worden, so bringt man sie auf 5 Minuten in Alkohol, um ihnen das Wasser zu entziehen, dann in Nelkenöl, um sie aufzuhellen und endlich in Terpentingeist, damit sie im Paraffin fest haften. Nach dem Einlegen in Terpentin trocknet man das einzubettende Object gut ab indem man es auf Filtrirpapier wälzt und bettet es dann, wie oben beschrieben, ein.

Hat man dagegen Objecte über Erbsengrösse einzubetten, so verfährt man, nachdem man das Abtrocknen, das Befeuchten mit Terpentin und dergl. — wie eben beim kleinen Object besprochen wurde — durchgeführt hat, wie folgt:

Man macht sich aus Papier ein oben offenes Prisma etwa von dem 10fachen Volumen des einzubettenden Objectes, dessen Basis länglich sein soll. Gewiss hat jeder Leser dieser Zeilen einmal Mineralogie und Krystallographie studirt und deshalb auch die Anfertigung von Krystallmodellen aus Pappe auf Grund sogenannter „Krystallnetze" versucht; ich erinnere nun an das Modell des Prismas und erwähne, dass man sich hiezu ein solches Netz auf dem Papier entwirft, dann ausschneidet und mit Leim zusammenpickt. Wer dazu zu bequem ist, erhält bei Siebert Einbettungskästen aus Blech mit abnehmbarem Boden im Ausmaass von 4 × 6 cm zu 20 kr., 4 × 8 cm zu 28 kr., 5 × 10 cm zu 30 kr.

In dieses Prisma oder Einbettungskästchen tropft man Paraffin, welches man am Wasserbade in einem Blechbecher mit Ausgussschnabel oder einer Abdampfschale flüssig gemacht hat, bis der Boden der Schale bis zu $^1/_3$ Tiefe mit Paraffin bedeckt ist und lässt es fest werden. Nunmehr bringt man das wie oben beschrieben behandelte Präparat auf das erstarrte Paraffin und zwar möglichst in die Nähe einer der kurzen Seitenwände des Papierprismas oder des Einbettungskästchens in der Lage, welche der beabsichtigten Schnittrichtung in der Weise entspricht, dass die Schnittebene parallel mit der kurzen Wand wird, zu der man das Object hinlegt.

Nunmehr tropft man — am besten mit einer kleinen Pipette — solange geschmolzenes Paraffin über die nunmehr durch das vorhin erstarrte Paraffin (auf der das zu schneidende Object liegt) gebildete Bodenfläche des Prismas oder der Abdampfschale — bis das Präparat $^1/_2$ bis 1 cm hoch mit Paraffin bedeckt ist. Dabei gebe man wohl Acht, dass sich an dem einzubettenden Objecte keine Luftblasen ansetzen. Sollte dies geschehen sein, so müssen sie mit einer Nadel oder Scalpellklinge oder ähnlichem beseitigt werden, Nach circa 50 Minuten ist das Paraffin hart und schnittfähig geworden und man kann das Papier leicht entfernen. Beim blechernen Einbettungskasten reisst man den abnehmbaren Boden ab und drückt das Paraffinprisma aus dem Kästchen mit dem Daumen heraus. In beiden Fällen löst sich das erhärtete Paraffin von den Wänden der Papier- oder Blechform leicht los; im Nothfall kann man aber mit einem Messer nachhelfen. Da das Paraffin, wie oben erwähnt, durchscheinend ist, kann man sich, wenn man das gegossene, das Object enthaltende Paraffinprisma gegen das Licht hält, leicht über die Lage des ersteren im letzteren orientiren. Hat man sich orientirt, so schneidet man mit einem scharfen Federmesser von dem Paraffinprisma, an dessen einen kleineren Fläche das Präparat liegt, wie Fig. 72

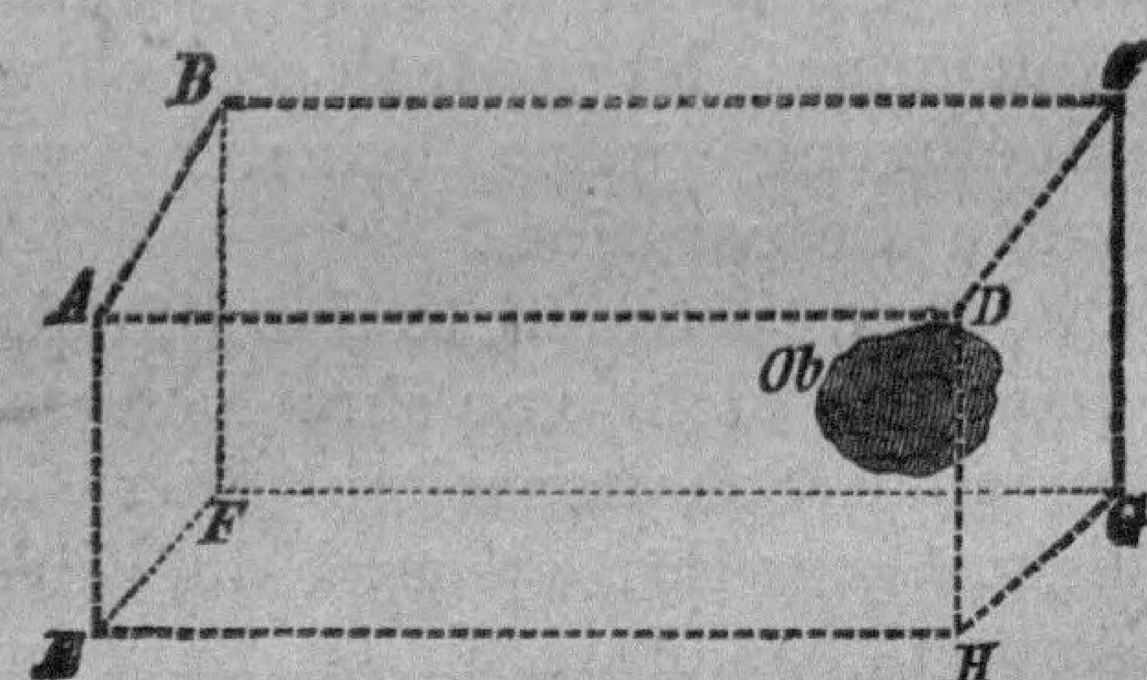


Fig. 72.

versinnbildlicht (*A B C D E F G H* ist das Prisma aus Paraffin, an der Seite *C D G H* liegt bei *Ob* das Object eingebettet), so viel weg, dass eine Pyramide mit abgestumpfter Spitze entsteht, wie Fig. 73 zeigt. *A B C* sind die vom ur-

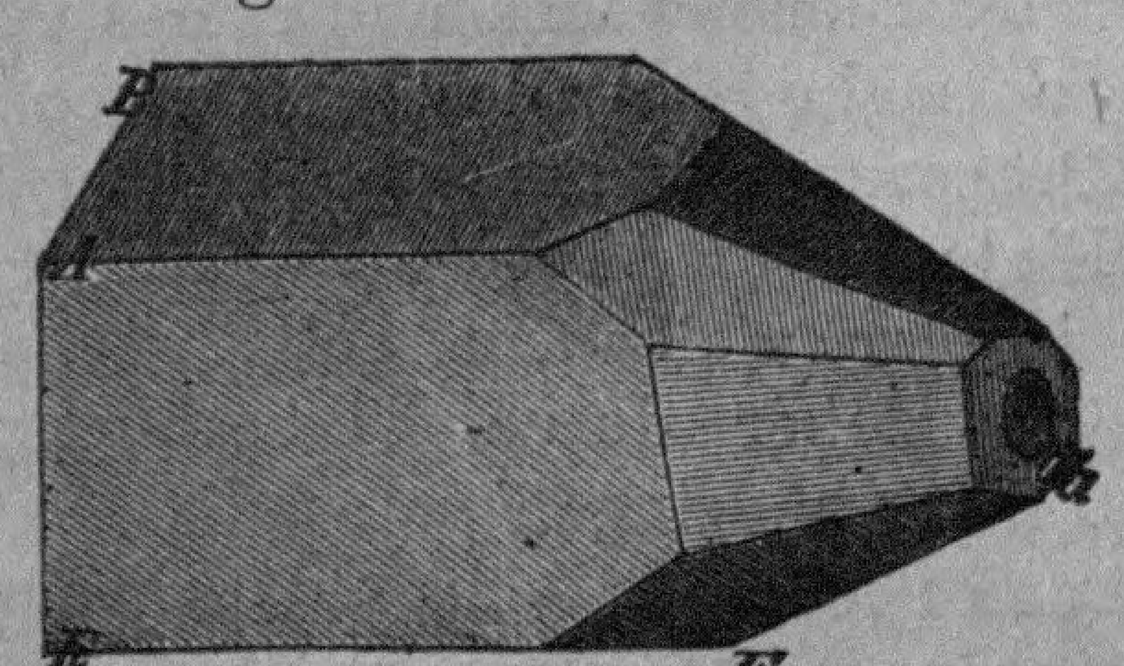


Fig. 73

sprünglichen Prisma übrig gebliebenen Ecken, *Ob* ist wieder das Object. Die Pyramide stutzt man so weit ab, dass das Object schon durchschimmert, dann ebnet man die Schnittfläche mit einem Rasirmesser und schneidet unter Befeuchtung des Messers mit dem Messer Fig. 65b weiter. Die Befeuchtung geschieht am besten mit Terpentinöl, da die Schnitte dann ohnedies in eine Schale mit Terpentingeist kommen, um sie vom Paraffin frei zu machen. Solche zur Aufnahme von Schnitten bestimmte Schalen und Dosen mit Glasdeckel sind in diversen Grössen bei Siebert, Möller u. A. m. Handlungen für den pharmaceutischen Bedarf zu haben, ebenso beim Glasermeister Tichy in der Alserstrasse. Fig. 74 stellt eine solche staubdicht ver-

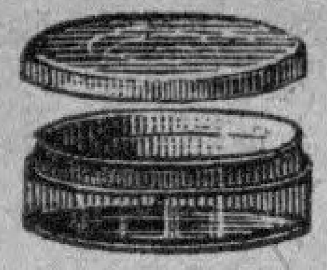


Fig. 74.

schliessbare Glasdose, wie man sie bei Siebert erhält, vor. Grössere derlei Dosen können auch mit Vortheil zur Aufnahme von Härtungsflüssigkeiten dienen, in welchen dann die zu härtenden Objecte vor Staub geschützt bleiben. Schutz vor Verunreinigung ist jedoch eine wichtige Bedingung jeder exacten mikroskopischen Präparation!

Die eben betrachtete Paraffineinbettung hat aber nicht nur ihre Lichtseiten, sondern auch Schattenseiten. Diese sind: Ungleichmässige Härte je nach der Zimmertemperatur; das Paraffin ist im Sommer an heissen Tagen gar zu weich, im Winter zu hart, ferner dessen Tendenz zum Bröseln, welche viel Unsauberkeit verursacht. Diesen beiden Uebelständen hilft man ab durch Mischungen aus geschmolzenem Wachs und Oel, oder Wachs, Stearin und Oel. Man nimmt feinstes, raffinirtes Bienenwachs und reines Olivenöl. Je mehr Oel desto weicher wird das Präparat sein müssen, um der Härte des Einbettungsmittels adäquat zu sein, was ja der Fall sein soll, wenn die Schnitte sicher durch Einbettungsmittel und Präparat dringen sollen.

Auch leuchtet ein, dass man im Sommer mehr Wachs, im Winter mehr Oel nehmen wird, um eine brauchbare Masse zu erhalten. Eine treffliche Einbettungsmasse erhält man übrigens bei Siebert, welcher auch zwei Sorten Paraffin führt, eine Sorte, die bei 42 bis 43° C. flüssig zu werden beginnt (weiche Sorte, für weichere Objecte und im Winter anzuwenden) und eine härtere, erst bei 55—57° C. sich verflüssigende Sorte (für härtere Objecte, resp. im Sommer anzuwenden).

Uebrigens theilen wir im Nachstehenden einige Recepte zur Herstellung weiterer fetthältiger Einbettungen mit:

Man schmelze im Wasserbad nachstehende Körper zusammen:

Wachs	1000	Gew.-Thle.
Olivenöl	500	"
Schmalz	500	"

oder:

Paraffin	500	"
Wallrath	200	"
Ungesalz. Schweineschmalz	100	"

oder:

2 Theile Wallrath
1 Theil Ol. Bergamottae.

Auch gleiche Theile Ceresin und Oel sollen gute Dienste leisten.

Bei allen diesen Einbettungsmassen müssen die einzubettenden Objecte unter allen Umständen in Alkohol gehärtet sein und sollen mit Terpentingeist geschnitten werden.

Wo man es also mit Präparaten zu thun hat, in denen Fetttheile sind, welche bei dieser Behandlung verloren gehen würden, kann man diese fetten Einbettungsmassen nicht anwenden, man nimmt dann mit Vortheil wässerige Massen. Eine solche haben wir, wenigstens soweit sie bei der Einbettung ganz kleiner Objecte zur Anwendung kommt, bereits oben beschrieben; für grössere Objecte empfiehlt sich dagegen nachstehende im k. k. physiologischen Institute in Wien geübte und bewährte Methode:

Man macht sich eine Lösung aus gleichen Theilen Gummi arabic. electiss. und siedendem Wasser, so dass man einen Mucilago von Honigconsistenz erhält.

Dazu kommt etwas Syrupus simplex (etwa $^1/_{20}$ Volumen) und einige Tropfen Glycerin; auch setze man 4 bis 5 Tropfen Phenol zu. Wenn Alles gut durchein-

ander gerührt ist, erhitzt man noch etwas im Wasserbade, bis die durch das Verrühren entstandenen Luftblasen an die Oberfläche steigen und lässt das Gemenge stehen, bis es (nach 2 bis 3 Tagen) ganz blasenfrei ist. Dabei ist es noch dicker als Honig geworden und kann nun zur Einbettung verwendet werden. Man verfährt nun so: Man giesst die Lösung vorsichtig in eine Papierdüte („Skarnitzel") und bringt das in einer wässerigen Flüssigkeit (also Müller'sche Flüssigkeit, Chromsäurelösung, Lösung von kohlensaurem Kali u. dergl.) gehärtete Object, welches man schon vorher auf eine Stunde in dünnen Mucilago gummi arab. gelegt hatte, in die dicke Gummilösung. Sollte das Object in der Lösung ganz zu Boden sinken wollen, so befestigt man an demselben durch Durchfädeln und Knotenmachen einen Faden, mit welchem man das Object in der gewünschten, von der Spitze des Kegels, den die Papierdüte bildet, nicht zu weit entfernten Lage befestigt. Dann bringt man die ganze Papierdüte in Alkohol (95%), wo sie mindestens 36 Stunden verbleiben muss; der Alkohol härtet die Gummilösung. Nach zwei Tagen löst man die Papierdüte von dem fest gewordenen Gummikegel ab und sieht vermöge der Transparenz das zu schneidende Object in der Einbettungsmasse liegen, so dass man Schnitte in allen Richtungen davon nehmen kann.

Dass die Schnitte in einer Schale mit warmem destillirtem Wasser aufgefangen und dadurch vom anhaftenden Gummi befreit werden müssen, versteht sich von selbst. Geschnitten wird unter Befeuchtung des Rasirmessers (Fig. 64 *b*) mit Wasser.

Neuerer Zeit wendet man statt des theueren Mucilago gummi arabic. Glycerinleimgemische (Glyceringelatine), welche den Vortheil der Transparenz haben, an, und man kann in diesen sowohl gut abgetrocknete und in Leimwasser eingeweichte Alkohol- als auch in wässerigen Lösungen gehärtete Präparate einbetten, was ein grosser Vortheil ist.

Auch lässt sich Leim, namentlich Glyceringelatine besser schneiden, während Gummi in dicken Schichten die Rasirmesser auf eine harte Probe stellt.

Nach Klebs bereitet man die (übrigens bei Siebert fertig erhältliche) Glyceringelatine, die wir, wie wir später sehen werden, auch bei Anfertigung von Dauerpräparaten als Einschlussmittel brauchen, folgendermaassen:

100 gr feinste, gut abgewaschene Gelatine lässt man in Aqua destill. aufquellen, giesst das Wasser ab, so dass nur an der gequollenen Gelatine noch Wasser anhängt und gibt unter gelindem Erwärmen im Wasserbade 100 gr Glycerin hinzu, welches man vorher durch Zusatz einiger Tropfen Phenol zu einem Antisepticum gemacht hat, um den Leim am Schimmeln zu verhindern.

Diese Masse erstarrt bei Zimmertemperatur zu einer weichen Gallerte und wäre so nicht schnittfähig. Deshalb giesst man (Fig. 75) in einen Porzellan- oder

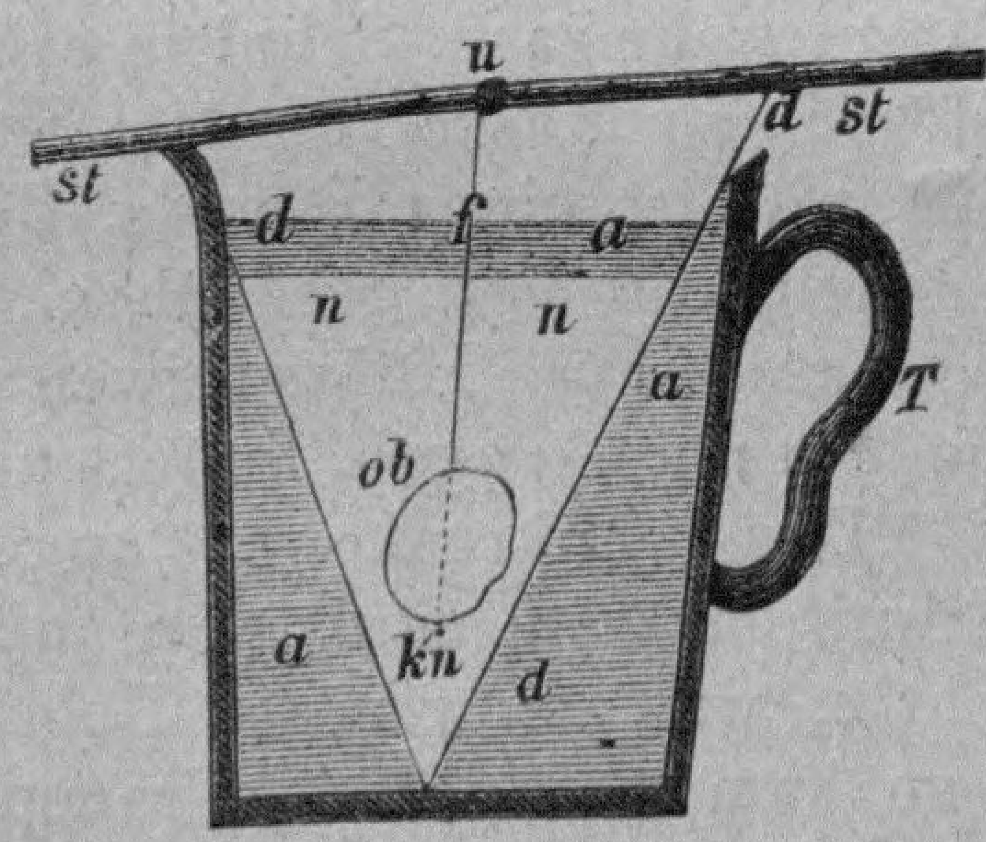


Fig. 75.

Steinguttopf entsprechender Grösse Alkohol von 95%, und bringt die durch Erwärmen verflüssigte Glyceringelatine in eine Papierdüte wie Fig. 78*d* zeigt bis unter das Niveau des (schraffirten) Alkohols *a*. Die Leimmasse hat dann ihr Niveau in *n*. Man legt vorher das Object in die noch heisse Lösung ein und damit es die richtige Lage erhalte, zieht man mit einer Nadel den Faden *f* durch das Object *ob*- so dass das letztere an dem Knoten *kn* hängen bleibt. Den Faden wickelt man bei *u* um ein Stäbchen *st* und legt dieses über den Rand des Topfes *T*. — Geschnitten wird mit Wasser.

Die in der Figur 78 versinnlichte Veranstaltung ist natürlich auch für die kurz vorher beschriebene Gummieinbettung zu verwenden.

Aber auch die Glycerinleimeinbettung leidet an dem Uebelstande, dass die Masse beim Erstarren im Alkohol stark schrumpft.

Bayerische Staatsbibliothek München

Deshalb hat man eine indifferentere Masse aus 15 Theilen Hühnereiweiss und 1 Theil einer 10%igen Lösung von kohlensaurem Natron in Wasser, welche man mit der zugehörigen Dottermasse schüttelt und dann in ein Papierkästchen bringt, ersonnen. In dieses kommt das Object, welches sowohl in alkoholischen als wässerigen Härtungsflüssigkeiten gehärtet sein kann. Das Ganze stellt man in eine mit 80%igem Alkohol gefüllte, auf einem Wasserbade stehende Schale. Bei Erwärmung des Alkohols auf 75° tritt in einer halben Stunde die Erstarrung der Masse ein, doch ist die Masse noch nicht schnittfähig, sie muss noch nach Abziehen des Papierkästchens 24 Stunden in 90%igem Alkohol liegen, bis sie schnittfähig wird. Geschnitten wird mit Wasser und dem Rasirmesser (Fig. 64*a*) und man kann in dieser Masse sehr zarte Schnitte erhalten. Das Loslösen der Masse von dem Schnitte muss hier mittelst eines Pinsels, der mit Wasser befeuchtet ist, geschehen. Eine ähnliche Masse aus Hühnereiweiss und Talg, die Bunge angab, findet man bei Frey „Das Mikroskop" angeführt. Diese Eiweissmassen sind aber alle undurchsichtig, was ein grosser Uebelstand ist und so kam man darauf, Transparentseife, welche fast glashell ist, als Einbettungsmittel zu verwenden; überdies schrumpft die Seife nur wenig und lässt es ebenso gut zu, in Alkohol, wie in wässerigen Härtungsflüssigkeiten gehärtete Gegenstände einzubetten.

Man löst nach Flemming gewöhnliche durchsichtige Glycerinseife in $^1/_2$ bis $^1/_3$ Alkohol des Volumens der Seife (welches man an prismatischen Stücken mit dem Centimetermaasse messen kann) im Wasserbade auf, bringt das Object, wie oben mehrfach angedeutet, hinein und lässt das Ganze 1 bis 3 Tage (je nach dem Quantum und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft) ruhig im Schatten stehen, bis es erstarrt ist. Man sieht in der durchsichtigen Masse das Object sehr gut, schneidet mit den Messern Fig 64*a* oder 64*b* unter steter Befeuchtung mit Wasser und spült die Schnitte in erwärmtem Wasser von der anhaftenden Seife ab. Neuestens wurde ein ebenfalls fast durchsichtiger Körper, der aber recht theuer ist (bei Siebert kostet eine Tafel à 200 Gramm fl. 2 10) als Einbettungsmittel empfohlen, nämlich (durch P. Schiefferdecker) das Celloidin.

Wenn Dr. Friedländer das Celloidin als „die vorzüglichste Einbettungsmasse" bezeichnet, so ist ihm zu entgegnen, dass es nur in Alkohol gehärtete Objecte zulässt, und dass diese Objecte nichts in Alkohol und Aether Lösliches, also z. B. kein Fett enthalten dürfen, was doch gewiss die Anwendung der so kostspieligen Masse noch mehr einschränken muss. Der Vollständigkeit halber theilen wir mit, dass das Celloidin, welches in Platten in den Handel kommt, in einem Gemisch von Alkohol und Aether sich zu einer honigdicken Flüssigkeit löst; in diese Flüssigkeit legt man das einzubettende Object, bis es von der Celloidinlösung ganz durchtränkt ist. Dann bringt man es, vollgesogen wie es ist, in 70 bis 80%igen Alkohol, wo es fest wird und nun kann man das mit einem durchsichtigen Celloidinmantel umgebene Stück schneiden; ist es klein, dann wird es sich schwer fassen lassen und man wird es dann kaum ohne neuerliche Einbettung bequem schneiden können; auch bleibt die Celloidinhülle am Schnitte und kann derselbe mit der Hülle zusammen conservirt werden. Ich betrachte es aber als Nachtheil, wenn ein Fremdkörper — und ein solcher ist das Celloidin — trotz seiner Durchsichtigkeit, mit dem Schnitte in ein Präparat kommt, kann mich also für dasselbe nicht begeistern. Freilich löst es sich in Nelkenöl, doch ist auch dieses Oel bekanntlich nicht sehr billig.

Um nun Alles kurz zu resummiren, so werden wir mit der Gummi- oder Gelatineinbettung einerseits, der Paraffineinbettung andererseits meist das Auslangen finden; als feinste Einbettungsmethode wird sich jene in Transparentseife empfehlen.

Wir haben nun das Allgemeine über die Schnittmethoden abgehandelt und wird es Sache des Lesers sein, sich im Schneiden zu üben. Als Uebungsobjecte empfehlen wir allerlei Blätter, Stengel, Caryophylli, Haare, und zur Härtung insbesondere Regenwürmer, Blutegel u. dergl. Auch versuche man, sich in einigen Methoden vollste Sicherheit zu verschaffen. Nachdem jetzt beim Leser das vollste Verständniss der Schnittmethoden vorhanden sein dürfte, gehen wir über zum Schneiden mit Mikrotomen.

II. Die Mikrotome.

Das Schneiden aus freier Hand erfordert eine grosse Uebung und eine grosse Portion Geduld. Beides muss der Mikroskopiker besitzen und daher kommt es, dass sich fast alle wirklichen Fachmikroskopiker bis in die letzten Jahre nicht recht mit den Mikrotomen befreunden konnten. Diese Abneigung der Fachkreise gegen ein für sie überflüssiges Hilfsmittel, welches ihnen so vorkam, als ob man einem Menschen mit geraden Gliedern durchaus eine Krücke aufnöthigen wollte — bewirkte aber nur, dass sich nunmehr alle Instrumentenmacher bemühten, dieses Instrument so zu vervollkommnen, dass es wirklich kein Hilfsmittel für ungeübte Hände ward, sondern dass es die besten Leistungen der berühmtesten Präparatoren, welche mit dem Rasirmesser aus freier Hand schnitten — übertraf, und zwar nicht nur an Gleichmässigkeit, sondern auch an Feinheit und Ausdehnuug der Schnitte. Ueberdies kamen die bereits oben definirten „Serienschnitte“ auf und so vermochte man trotz allen Vorurtheils die Verbreitung der Mikrotome in wissenschaftlichen Instituten nicht mehr zu hindern.

Die Mikrotome beruhen, wie wir bereits erwähnt haben, sämmtliche darauf, dass das zu schneidende Object irgendwie, sei es mit oder ohne Einbettung festgehalten und mitelst einer mechanischen Vorrichtung um Bruchtheile eines Millimeters gehoben wird, sobald man einen Schnitt abgenommen hat. Schneidet man dabei mit freier Hand unter Führung auf einer ebenen Fläche, auf die man das Messer anhält, so nennt man ein solches Mikrotom ein H a n d m i k r o t o m; Tritt aber noch ein mechanisch geleitetes Messer hinzu, so hat man die eigentlichen kurzweg „Mikrotom“ genannten Schneidemaschinen vor sich. Bei diesen letzteren geschieht die Führung des Messers meist mit einer Schlittenvorrichtung, weshalb man sie „Schlittenmikrotome“ zu nennen pflegt.

A. H a n d m i k r o t o m e.

Bei den Handmikrotomen erfolgt die Hebung des Objectes, welches geschnitten werden soll, über eine als Führung für das mit freier Hand gehaltene Messer dienende Platte mittelst einer Mikrometerschraube. Dabei ist es zweckmässig, wenn man die Vorrichtung, um beide Hände frei zu haben, mittelst einer Schraubenzwinge an die Tischplatte des Arbeitstisches anschrauben kann. Beides ist bei dem in Fig. 76 abgebildeten Handmikrotome wie, solches bei M e r k e r und E b e l i n g zu haben ist, angebracht.

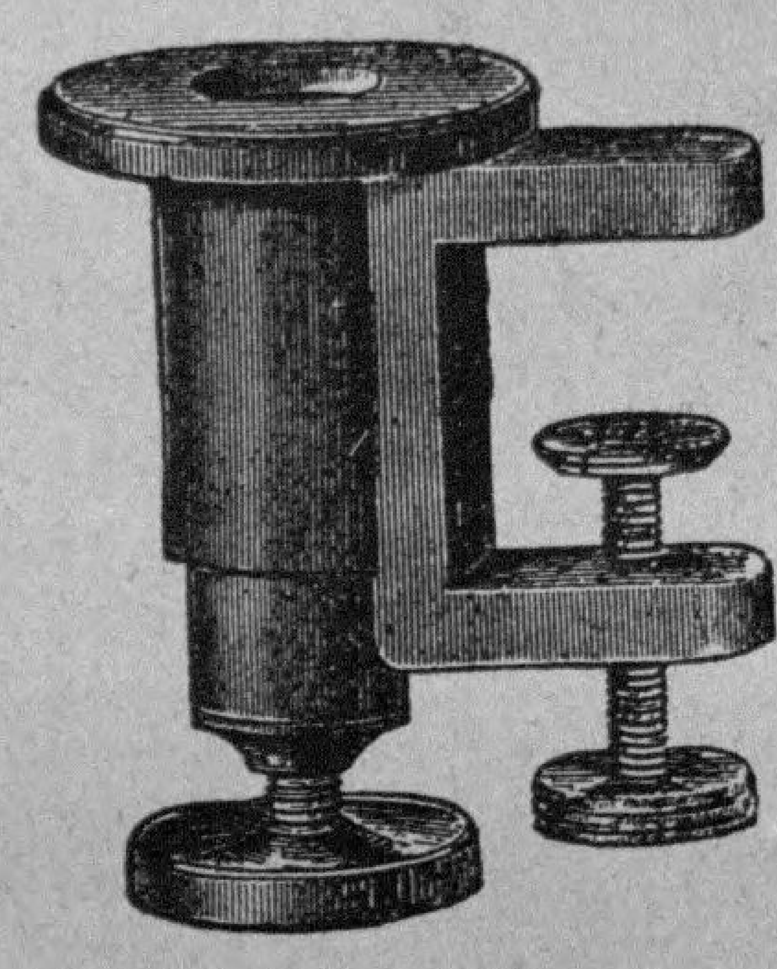


Fig. 76.

Man sieht, dass der Apparat aus einer Hülse besteht, in der eine Mikrometerschraube angebracht ist, welche beim Umdrehen einen das Object — welches hier in einer Einbettungsmasse im kleineren Cylinder eingeschlossen ist — vor sich herbewegenden Stempel hebt.

Man bettet in diesem Falle in der Weise ein, dass man den Stempel entsprechend zurückschraubt und den dadurch entstandenen cylindrischen Raum als Einbettungskästchen benützt. Dreht man dann an der Schraube, so hebt sich der aus Paraffin oder einer sonstigen Einbettungsmasse bestehende Klotz mit dem Objecte und es wird geschnitten.

Bei einzelnen Firmen hat die Mikrometerschraube eine Theilung am Rande, so dass man die Dicke der Schnitte nach dem mikrometrischen Princip direct vorherbestimmen kann.

Die Schraube rechts am Mikrotom in Fig. 76 dient zum Anschrauben an den Arbeitstisch. R e i c h e r t fertigt solche Handmikrotome ohne Schraubenzwinge an, die man in die linke Hand nimmt und mit der rechten mit dem Messer die Schnitte führt, was den Vortheil hat, dass man selbes leicht in Gesichtshöhe bringen

kann; Weitsichtige thun aber besser daran, das Mikrotom an den Tisch zu schrauben und gibt auch Reichert auf Wunsch eine Schraubenzwinge bei.

Wie man mit einem solchen Mikrotom schneidet, versinnlicht Fig. 80. *s* zeigt

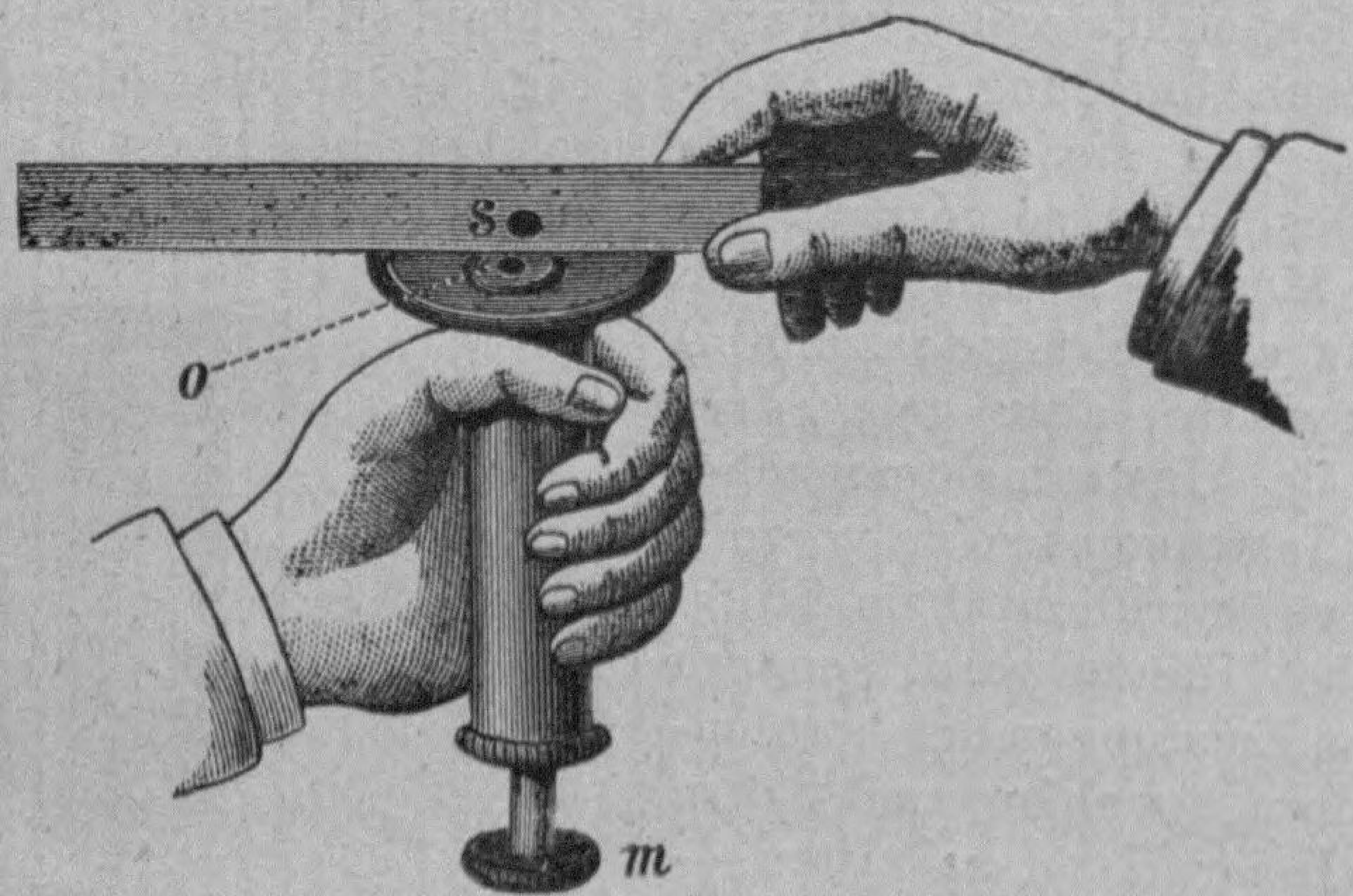


Fig. 77.

dabei einen bereits abgetrennten, auf dem befeuchteten Messer flottirenden Abschnitt des Objectes *o*. In *m* sieht man die zum Heben des Objectes bestimmte Mikrometerschraube. Aber auch für solche Fälle, in denen man, wie oben erwähnt, das Object

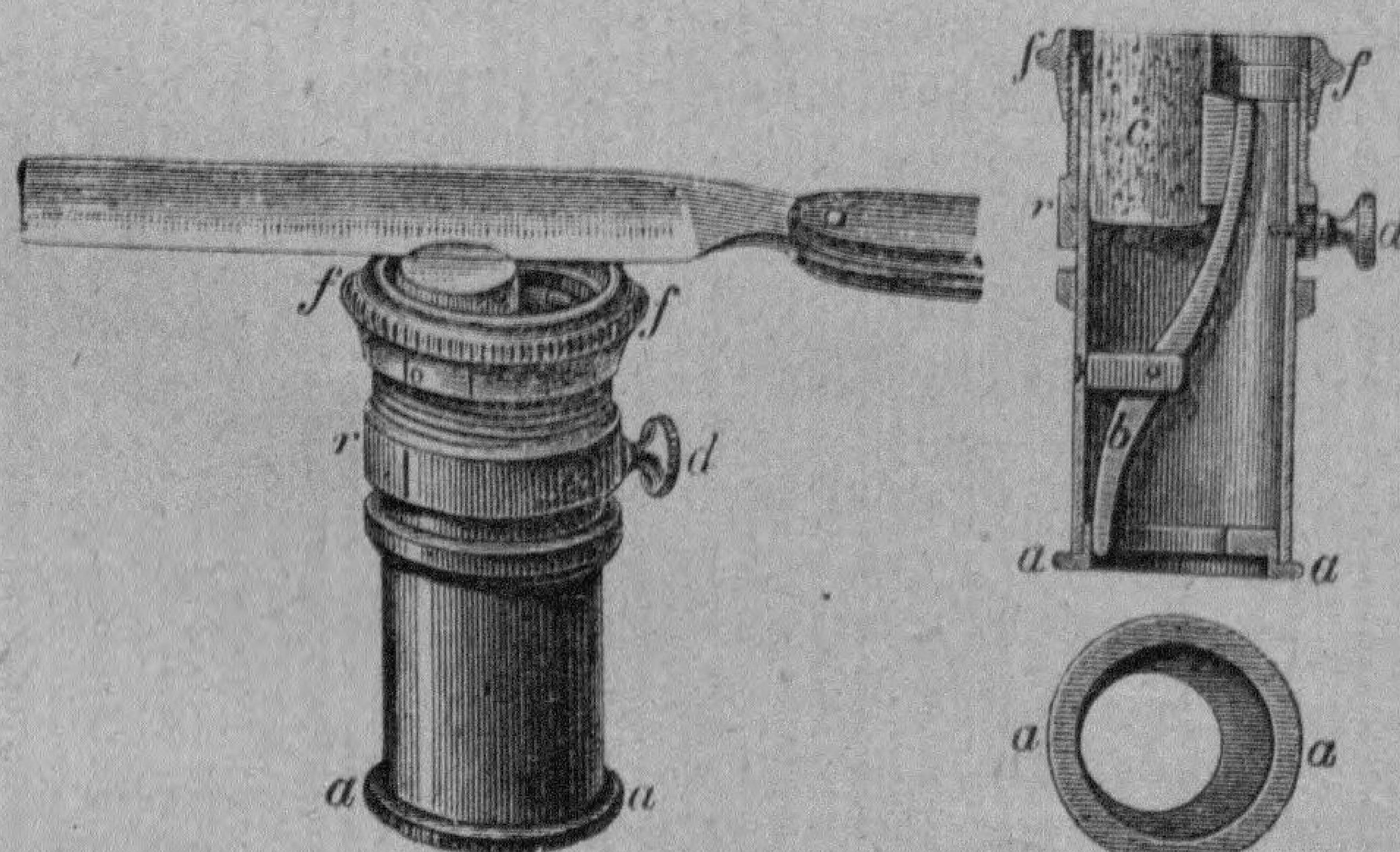


Fig. 78.

zwischen 2 Korkstöpselhälften oder zwei Hälften eines Hollundermarkstängelchens (bei härteren Körpern zwischen zwei Hälften eines entsprechend ausgeraspelten Cylinders von Pappel- oder Lindenholz) zu bringen hat, gibt es Mikrotome zum Handgebrauch. Sowohl Reichert als Merker und Ebeling in Wien haben solche in ihren Preiscouranten.

Figur 78 zeigt ein solches. *r* ist ein Messingcylinder, in welchem der Hebel *b* das Hollundermark und dergl. „*c*", zwischen welchem das Object befindlich ist, gegen die innere Wand des Cylinders andrückt, wenn man den excentrischen Ring *a-a* dreht. Das Messer gleitet auf der Führung *f*, welche mit Eintheilung versehen ist. Hiebei wird also nicht das zu schneidende Object über die Führung, sondern die Führung über das Object gehoben.

Mittelst der Theilung am Rande der Führungsschraube kann man die Dicke der Schnitte vorausbestimmen.

Auch für die Gefriermethode hat man Handmikrotome construirt. Ich sah ein solches von Merker & Ebeling mit prächtiger Ausstattung (Führung des Messers auf einer Glasplatte, vernickeltem Gestelle u. s. w.) auf der letzten landwirthschaftlichen Ausstellung in Wien.

Reichert in Wien hat früher nur seine Schlittenmikrotome mit mechanischer Messerführung mit Gefrierapparat versehen, da aber die beim mechanischen Mikrotom gebräuchlichen grossen und breiten Messer sich nicht leicht ohne bedeutende Mehrauslage aus so hartem Stahl anfertigen lassen, um, da sie für weichere Objecte bestimmt sind nicht zu sehr zu leiden, wenn sie gefrorene Objecte schneiden sollen, da ferner das Abziehen des auf dem Mikrotomschlitten festgeschraubten Messers an den später zu beschreibenden Schlittenmikrotomen zu viel Schwierigkeiten bietet, verweist Reichert die Gefriermethode einzig und allein auf die Handmikrotome, weshalb wir dieses Gefriermikrotom hier aufführen zu müssen glauben. Fig. 79 zeigt uns dasselbe.

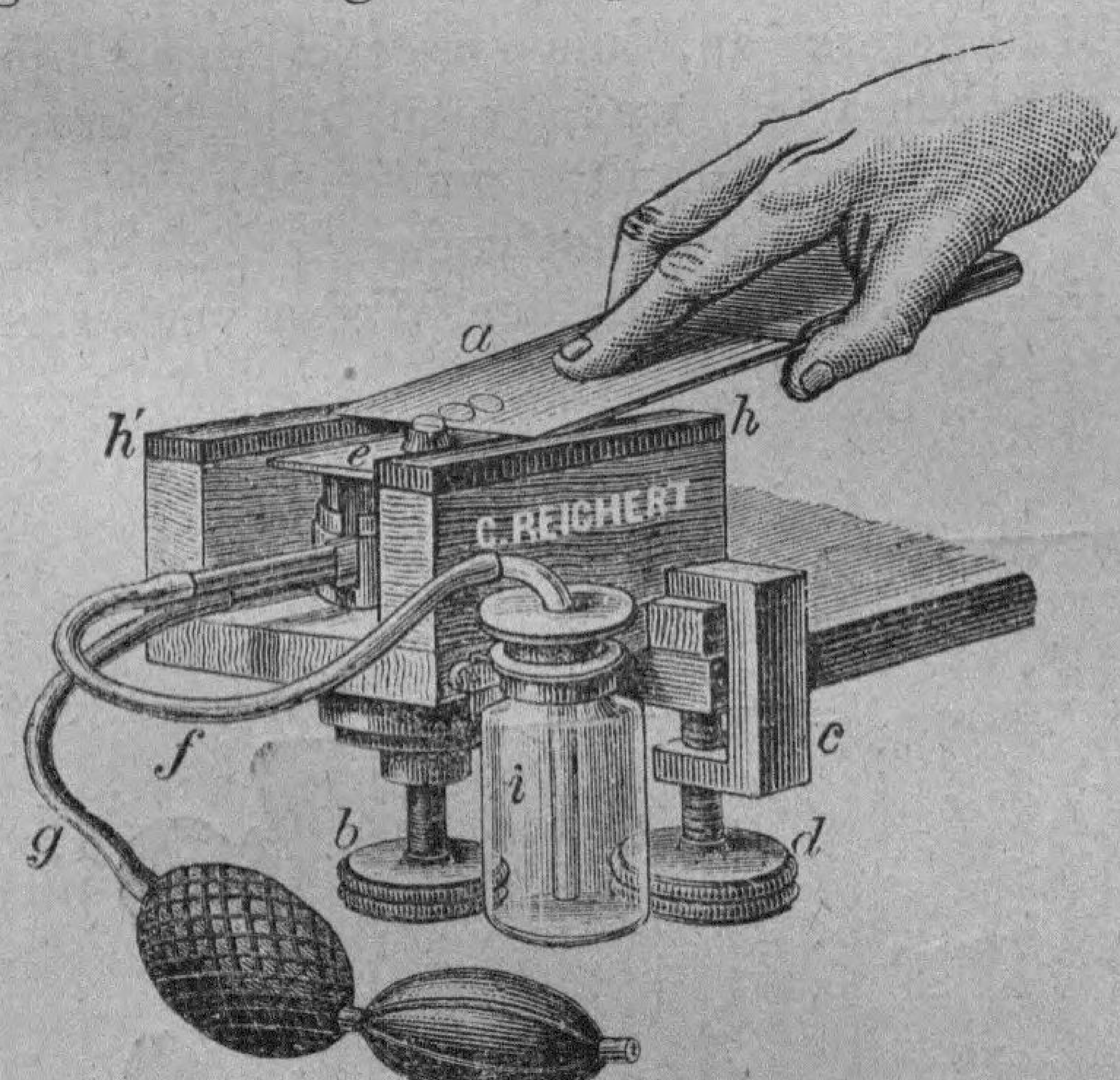


Fig 79.

Bei allen Gefriermikrotomen wird das Anfrieren dadurch bewirkt, dass das Object auf eine Metallplatte kommt, auf deren untere Fläche mittelst eines sogenannten „Spray's" gewöhnlicher Aether (Schwefeläther) zerstäubt wird. Dieser fein zerstäubte Aether kühlt durch Wärmeentziehung die Metallplatte während seiner raschen Verdunstung ab, wodurch das zu schneidende Object an die Platte anfriert.

In Fig. 79 zeigt uns *K* den Cylinder, in welchem die Zerstäubung des aus dem Glase *i* durch den Schlauch *f* angesogenen Aethers nach dem Principe des sogenannten pneumatischen oder aërostatischen Paradoxons vor sich geht. Auf diesem befindet sich die Metallplatte *e* und auf dieser das Object. Die zum Zerstäuben des Aethers nothwendige comprimirte Luft liefert ein Kautschukgebläse mit dem Blaseballon *A* und dem Windkesselballon *B* aus welchem die Luft in starkem constanten Strome in dem Gefrierkörper *K* aus einem feinen Röhrchen ausströmt und dabei den aus dem Gläschen *i* angesogenen („aspirirten") Aether zerstäubt. Manche Gefrierapparate haben noch am Gefrierkörper *K* ein Abflussrohr, mittelst welchem der überschüssige, nicht verdunstete Aether in einem Gefässe wieder aufgefangen werden kann.

Die zum Heben des Objectes dienende Mikrometerschraube *b* wirkt auf den Gefrierkörper *K*, welchen es sammt dem auf der Platte *e* angefrorenen Objecte hebt. Als Messer verwendet Reichert eine hobelartige Klinge *a*, welche aus freier Hand auf den Schienen *h*—*h* geführt wird und welche einen Schnitt von dem Objecte in der Dicke abnimmt, in welcher die Oberfläche des Objectes *o* über die Oberfläche der Schienen $h—h_1$ hervorragt, wenn der Hobel *a* gegen das Object geführt wird.

Der ganze Apparat ist in Holz montirt und kann mittelst der Zwinge *c* und der Schraube *d* auf der Tischplatte des Arbeitstisches *T* festgeschraubt werden.

B. Mikrotome mit mechanischer Messerführung.

Man hatte allerlei mechanische Messerführungen an Apparaten, welche ganz nach Art obengeschilderter Handmikrotome construirt waren angebracht, indem man die Messerführung bald wie bei einem Krauthobel einrichtete, bald wieder nach Art einer Häckselschneidebank.

Ersteres Princip erscheint bei den Mikrotomen fast aller modernen Constructeure seit Rivet fast allgemein durchgeführt; doch hat Rivet überdies die Hebung des zu schneidenden Objectes mittelst eines schiefen Schlittens auf

einer schiefen Ebene durchgeführt, so dass man dieselben Schlittenmikrotome im engeren Sinne des Wortes nennen kann. Das letztere Princip der Häckselschneidmaschine wurde seinerzeit durch Oschatz verwerthet, gerieth seither in Vergessenheit, doch will gegenwärtig die Wiener Firma Merker & Ebeling ein neues Mikrotom einfacherer Construction auf diesem Principe herstellen. Wir können aber das letztere Instrument hier nicht beschreiben, da es noch nicht fertiggestellt ist.

Wir können hier überhaupt nicht auf alle sinnreichen Mikrotomconstructionen eingehen, da es deren sehr viele gibt; wir geben in Fig. 80 ein Beispiel eines Schlittenmikrotoms von Merker & Ebeling. Man sieht oben das Messer, welches auf einem dreikantigen prismatischen Stücke von Gusseisen in einem Schlitten gleitet; das Object ist in einer allseitig verstellbaren, schraubstockartigen Klammer eingespannt, welche mittelst Mikrometerschraube à la Roberval gehoben wird. An der Scheibe der Mikrometerschraube zeigt eine Theilung Bruchtheile eines Millimeters an, um welche das Object gehoben wird, wenn man die Schraube nach jedem Schnitte umdreht.

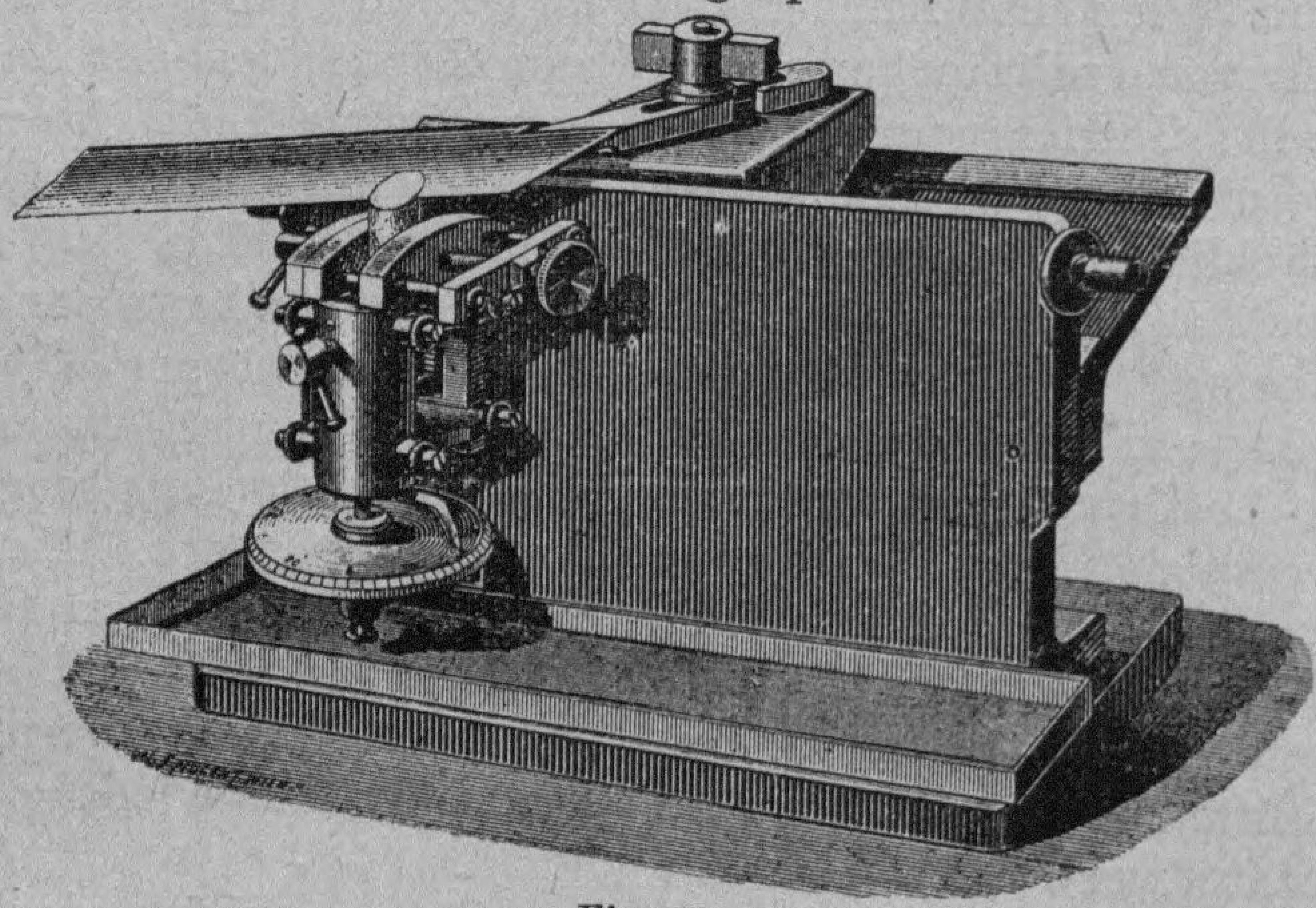


Fig. 80.

Reichert hat neuerer Zeit derartige Mikrotome in der Weise verbessert,

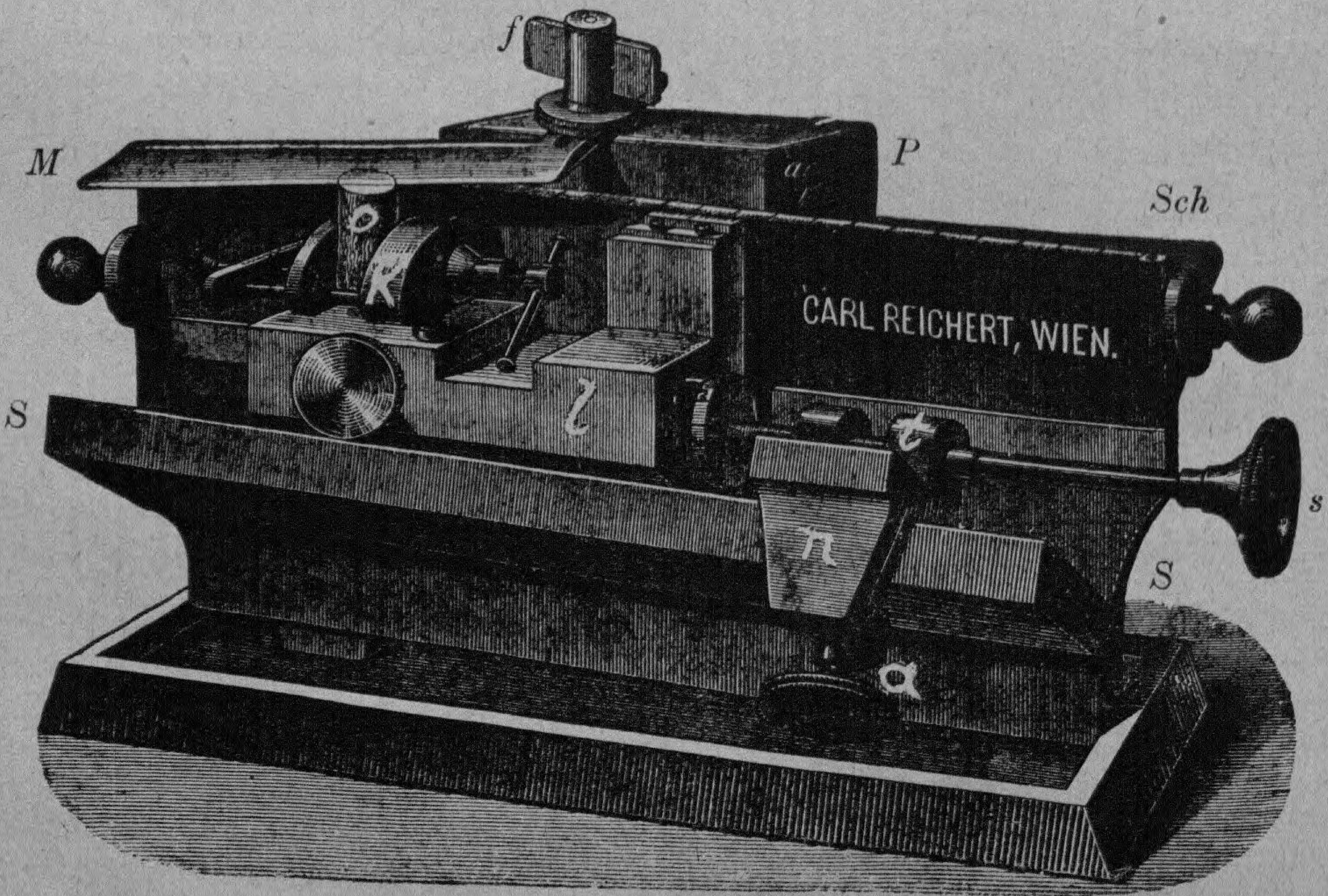


Fig. 81.

dass die das Object hebende Mikrometerschraube bei jedesmaligem Rückgange des Messers automatisch gedreht und so das Object beliebig in der Grenze von 0·003 bis 0·02 mm gehoben wird, was ein sehr rasches und gleichmässiges Schneiden ermöglicht.

Als Beispiel eines Schlittenmikrotomes in engerem Sinne, nämlich nach der Rivet'schen Construction, bei welcher das Object, wie oben erwähnt, nach jedem Schnitte auf einem Gegenschlitten, welcher eine schiefe Ebene darstellt — sich hin- und herbewegt — führen wir in Fig. 81 Reichert's kleines Schlittenmikrotom nach Rivet vor. *P* zeigt das prismatische Führungsstück, an welches das Mikrotommesser *M* in einem schiefen Winkel mit der Flügelmutter *f* aufgeschraubt wird und auf dem Führungsschlitten *Sch* hin- und hergeführt werden kann. Das Object *o* bewegt sich, eingespannt in eine allseitig bewegliche Klammer *K*, auf dem eigenthümlich geformten Stücke *l* auf der schiefen, schlittenartigen Bahn *S - S* gegen das Messer, indem die Mikrometerschraube *s*, die sich in einer auf dem ebenfalls am Schlitten *S—S* verschiebbaren und mit der Schraube *a* feststellbaren Stücke *n* eingeschnittenen Mutter bewegt — auf das Stück *l* wirkt und es auf der schiefen Schlittenebene *S--S* etwas gegen das Messer rückt und dadurch hebt. Eine Trommel *t* gestatte das Ausmaass dieser Hebung an einer Theilung abzulesen. Da schliesslich nach vielen Schnitten das Object *o* am Ende der Bahn *S—S* angelangt und seinen höchsten Punkt erreicht haben wird, wobei sich auch die Bahnlänge von Schnitt zu Schnitt vermindert, muss man also nach einer Anzahl von Schnitten (je dicker desto früher) den Hebungsschlitten *l* gegen *Sch* zurückschieben; zu diesem Zwecke muss die Schraube *s* zurückgeschraubt werden, auch kann, wenn noch nicht die ganze Länge der Schraube ausgenützt wurde, das Stück *n* mittelst der Schraube *a* gelockert, zurückgeschoben und wieder fixirt werden. Die Schlittenbahn *Sch* ist zur Beurtheilung der Schnittlänge getheilt. Auch hat die Trommel *t* der Mikrometerschraube an der vorerwähnten Theilung vertiefte Striche, in welche ein federnder Zahn beim Drehen der Schraube *s* einfällt, so dass man mittelst dieser Schnappvorrichtung die Schnittdicke akustisch innerhalb gewisser Grenzen wahrzunehmen und einzustellen vermag. Der Objectschlitten *P* ruht auf 5 Punkten und sind die Führungspunkte des Messerschlittens und des Objectschlittens aus Stahl. Jedes dieser kleinen Mikrotome, sowohl jenes Fig. 80 als jenes Fig. 81 haben gleichen Preis, nämlich 50 fl. und reichen zu fast allen Präparationen hin. Die Objecte werden entweder, wie oben beim Schneiden aus freier Hand ausgeführt wurde, direct, oder aber zwischen Kork, Hollundermark, Pappel- oder Lindenholz mittelst der in Fig. 82 abgebildeten sogenannten

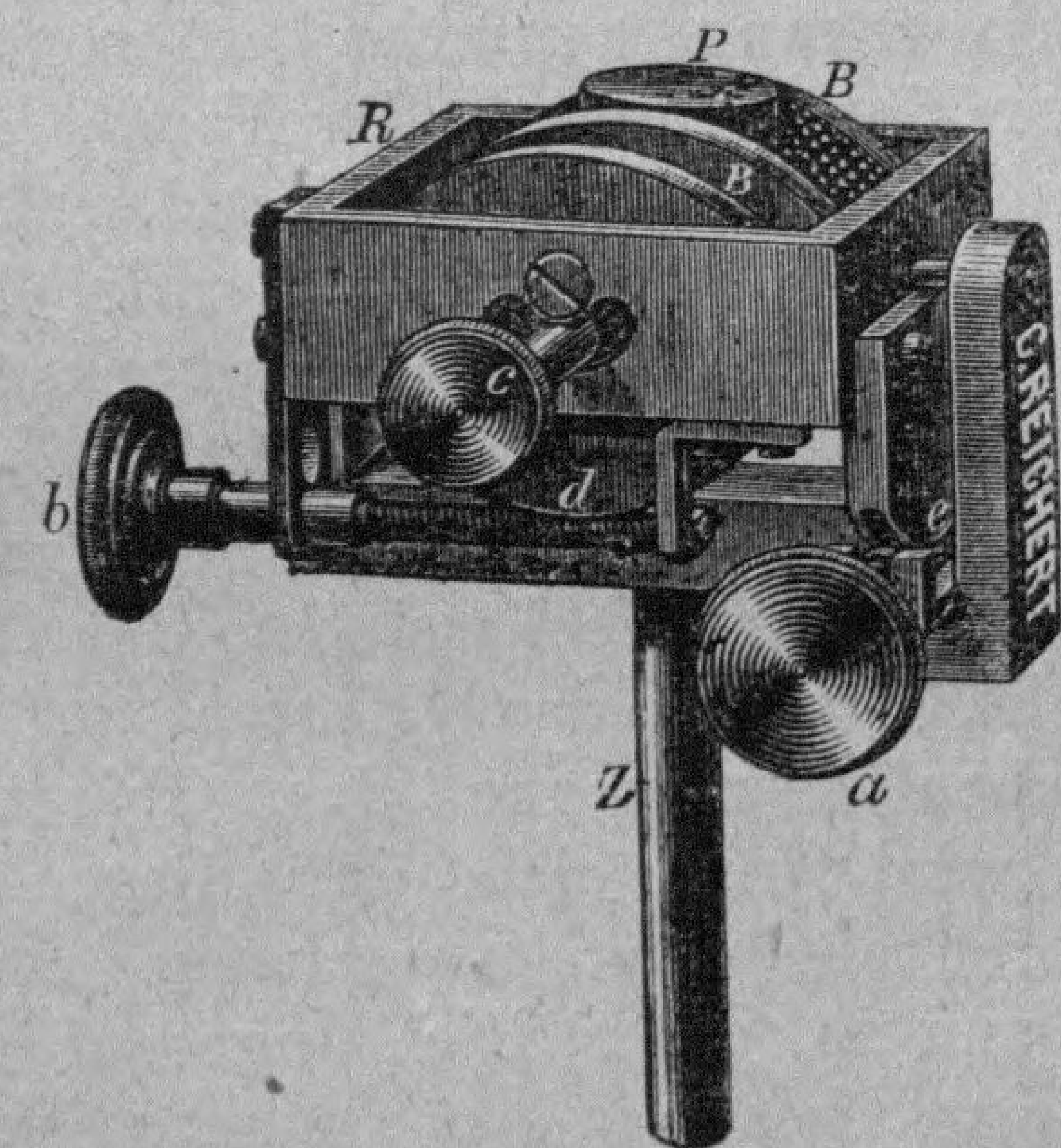


Fig. 82.

Neapler Klammer (zuerst in der zoologischen Station zu Neapel verwendet) eingespannt, oder aber in den in Fig. 83

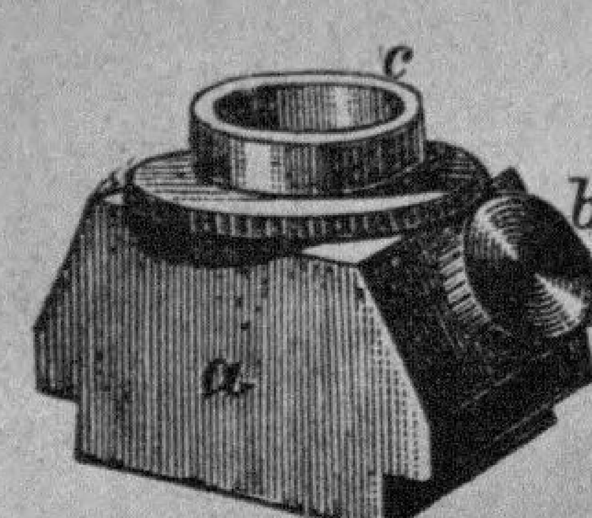


Fig. 83.

abgebildeten Metallcylinder *c* mittelst einer der oben beschriebenen Einbettungsmassen eingebettet Manche thierische Objecte lassen sich anstatt zwischen Kork — zwischen in Alkohol gehärtete Thierleber einklemmen und dann sehr gut schneiden.

Dass man in Paraffin eingebetteten Objecten — durch Zuschneiden der Einbettungsmasse in prismatische oder pyramidale Form die zur directen Einklemmung in die Backen *B.—B.* der in Fig. 82 abgebildeten Neapler Klammer

geeignete Gestalt geben kann — haben wir ebenfalls oben im I. Abschnitt „Allgemeines" des Capitels „Die Schnittmethoden" gesehen; Jedermann der in die Lage kommt — sich eines Mikrotomes zu bedienen — sollte früher sich im Schneiden mit freier Hand versuchen — um beurtheilen zu können, was er seinem Instrumente zumuthen kann. Es gibt eben sehr verschiedene Mikrotome. Reichert hat neuester Zeit seine Mikrotome mit einer mechanischen Messerführung im engeren Sinne versehen, indem er an dem Stücke *p* Fig. 81 eine Schnur anbrachte, welche sich auf einer Rolle aufwickelt und dadurch den Messerschlitten bewegt, was eine äusserst gleichmässige Messerbewegung garantirt, während bei directer Bewegung mit der Hand, durch den nicht immer gleichbleibenden Druck auf den Messerschlitten immerhin, wenn auch nur kleine Abweichungen vorkommen können.

Merker u. Ebeling zeigten mir ein Mikrotom, bei welchem das Object feststeht, dagegen das Messer auf drei Schraubenfüssen gegen das Object gesenkt wird und sich auf diesen drei, mit Elfenbeinspitzen versehenen Füssen leicht und in jeder Richtung auf einer Glasplatte gegen das Object bewegt; Reichert fertigt weiters — um das Aufrollen von mit dem Mikrotom gemachten Schnitten zu vermeiden den in Fig. 84 abgebildeten Schnittstrecker an.

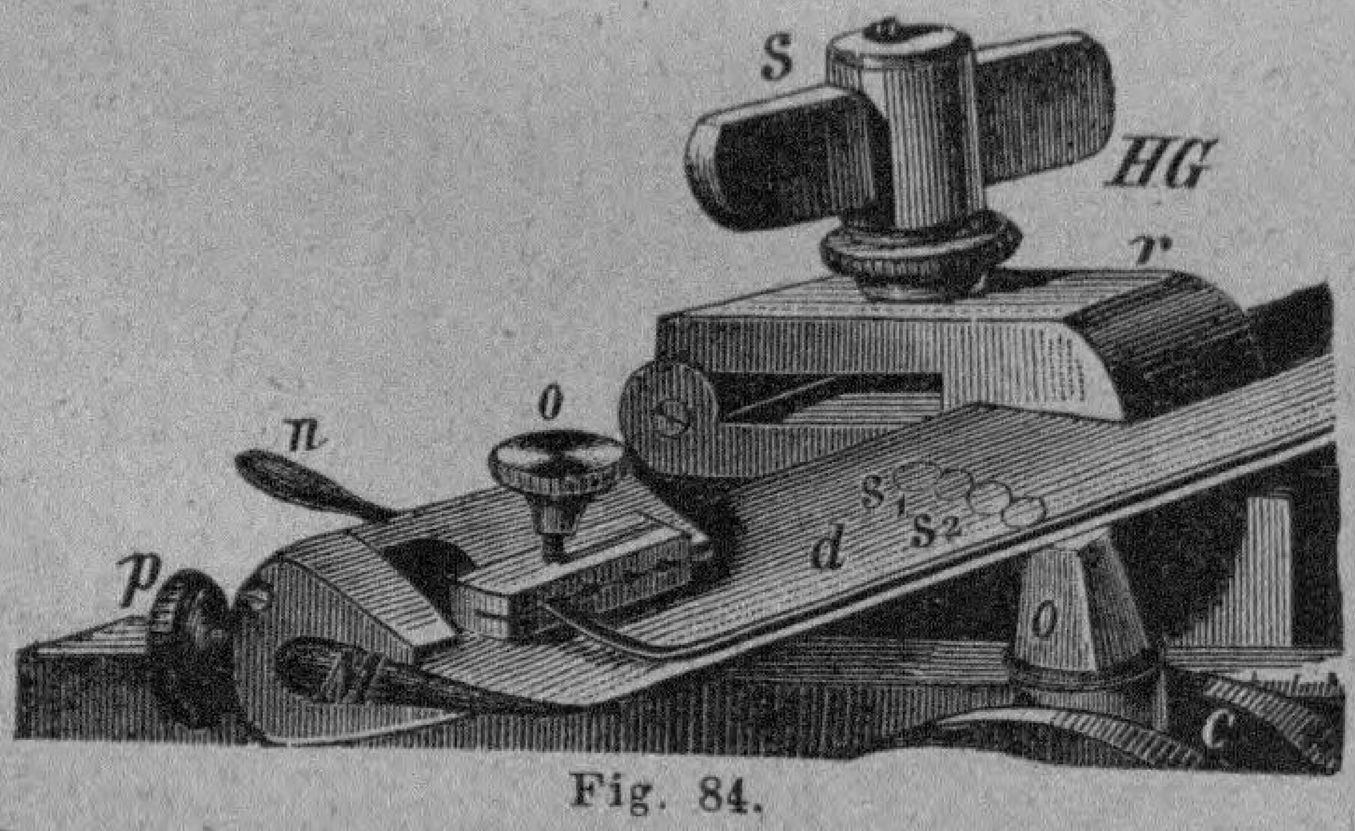


Fig. 84.

M ist das Mikrotommesser, an dem der kleine Apparat mit der Schraube *p* angebracht wird. Er selbst besteht in der Hauptsache aus einem gebogenen, der Messerschneide anliegenden Drahte *d* (auf welchem bei manchen Constructionen ein Glasrohr als eine Art Walze aufgesteckt ist) welcher mit der Schraube *o* in beliebiger Spannung angebracht und mit dem Hebel *n* gehoben werden kann, falls sich Schnitte in ihm verfangen sollten. *O* zeigt das zu schneidende Object und s_1 s_2 ... s_n die gemachten und vom Schnittstrecker geebneten Schnitte, die mit Wasser oder Alkohol von der Messerklinge abgespült werden, falls sie auf ihr haften sollten; man hat verbesserte, verschiedenartig hohlgeschliffene Mikrotommesser ersonnen und in die Praxis eingeführt; kurz jedes Monat fast bringt derlei Neuerungen auf dem Gebiete der Mikrotomconstructionen; so hat man eigene Serienschneidmaschinen ersonnen, welche von den Objecten zusammenhängende Schnitte (Schnittbänder) mit der Schnelligkeit einer Fleischhackmaschine erzeugen. Diese sind in Oesterreich nicht erhältlich.

Im Folgenden wollen wir, nachdem wir jetzt die Zerkleinerung von Objecten durch Zerzupfung und durch die Schnittmethoden kennen gelernt haben, die Zubereitung der Objecte für die Betrachtung unter dem Mikroskope weiter verfolgen.

Diese Zubereitung besteht hauptsächlich in der zweckmässigen Anwendung chemischer Reagentien, welche mannigfaltige Aenderungen in Farbe und Durchsichtigkeit der Objecte hervorbringen und dadurch einzelne Details dieser Structur besser hervortreten lassen. Wir sehen hier vorläufig von den eigentlichen chemischen Reactionen unter dem Mikroskope ab und wollen in den nächsten Capiteln die Färbung der mikroskopischen Objecte mit eigentlichen Farben, die sogenannte „Tinction" besprechen. Ein Beispiel wird den Unterschied zwischen „Tinction" und eigentlicher chemischer Reaction klar machen, obwohl sich auch bei der Tinction oft chemische Processe im Präparate abspielen.

Geben wir etwas Stärkemehl auf den Objectträger (ganz wenig in ein Tröpfchen Glycerin), legen ein Deckglas darauf und betrachten die Stärkekörner im gewöhnlichen Lichte des Mikroskopspiegels unter Anwendung einer Blende von circa 2 mm Durchmesser (unmittelbar unter dem Objecttische anzubringen), so sehen wir die Stärkekörner in der bekannten Körnerform und durchsichtig wie Glas.

Tropfen wir nun eine Mischung von Jodtinctur und Jodkalisolution vorsichtig an den Rand des aufgelegten Deckglases, so entsteht eine lebhafte Strömung in

der Flüssigkeit, indem eine Capillaritäts-Diffusion zwischen dem Glycerintropfen stattfindet und gleichzeitig färben sich unter dem Jodlösungstropfen die Stärkekörner mehr weniger dunkel. Wechseln wir nun die Blende, so dass das Gesichtsfeld lichter wird — so tritt die blauviolette Farbe der Stärkekörner deutlich hervor, während alle anderen etwa zufälligen organischen Verunreinigungen des Stärkemehles eine gelblich — braune Färbung angenommen haben. Die Blaufärbung ist nun wohl eine Färbung, aber keine **eigentliche** „Tinction" der Stärkekörner im technischen Sinne des Wortes, vielmehr eine chemische Reaction, die bekannte Jodreaction auf Stärke, die wir eben so gut hätten in einem Probirkölbchen vornehmen können. Die braune Färbung der anderen organischen Beimengungen der Stärke ist dagegen eher als eine eigentliche Tinction zu bezeichnen. Wenn wir dagegen Mehl, welches verdächtig ist — Theilchen von Mutterkorn (Secale cornutum) als unerwünschte Beimengung zu haben — auf diese Verunreinigung prüfen sollen und nun z. B. mit einer Lösung aus 400 Alkohol, 76 Glycerin, 20 Aq. destill. und 1 gr Fuchsin behandeln, nach welcher Behandlung sich die Mutterkornpartikelchen stark violett färben, während die Stärkekörnchen des Mehles hell bleiben, so liegt hier eine eigentliche „Tinction" vor, und zwar wieder, wie im vorigen Beispiele mit Jod, eine Differenzialfärbung, indem die Pilzpartikeln auf die Anilinfarbstoffe eine grössere Anziehungskraft ausüben, als die Stärkekörnchen und daher den Farbstoff in sich verdichten, ihn stärker imbibiren und dadurch sich von den Stärkekörnern differentiren. Ob diese stärkere Anziehungskraft der Pilzmaterie auf den Anilinfarbstoff ein rein chemisches oder ein physikalisches Phänomen ist, lassen wir hier dahingestellt.

I. Die Tinction.

Seit Gerlach in seiner 1858 zu Erlangen erschienenen Schrift: „Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie" zuerst die wichtigste Tinctionsmethode, nämlich jene mittelst Carmin in ihrer Anwendung auf die Histologie des Cerebrospinalsystems des Menschen erläutert hat, hat die Tinction für die mikroskopische Technik aller Zweige der Naturwissenschaften eine ungeahnte Bedeutung gewonnen, so dass sie nicht nur in den descriptiven Disciplinen so manche Lücke ausgefüllt, so manchen Ausblick erschlossen, sondern mit der Einführung der zuerst von Koch gelehrten Färbung pathogener Bacterien der mikroskopischen Forschung ganz neue Gebiete auch auf dem Boden experimentirender und diagnosticirender Naturwissenschaften eröffnet hat.

Wir haben schon oben erwähnt, dass auch die Tinctionen nichts anderes als chemische Reactionen darstellen, wenn man auch aus rein praktischen Gründen die eigentlichen Tinctionen von den sonstigen chemischen Reactionen unterscheidet, so dass man also die Färbung eiweissartiger Substanzen, welche von der braungelben Jodtinctur braungelb tingirt werden — unterscheidet von der Blaufärbung der Stärkekörner durch dieselbe Jodtinctur, welch' letzteren Erfolg man als chemische Reaction insbesondere bezeichnet.

Was ist also Tinction im mikroskopisch-technischen Sinne des Wortes?

> „Tinction ist die Imprägnirung von mikroskopisch zu betrachtenden Objecten mit Farbstoffen, um diese Objecte im Ganzen oder einzelne Formelemente derselben in Folge der von ihnen aufgenommenen Farbstoffe besser wahrnehmbar zu machen."

Da aber bestimmte Bestandtheile der Gewebe sich leichter d. h. in kürzerer Zeit und intensiver färben, als andere, also mehr Anziehungskraft auf die Farbstoffe äussern, so werden diese, namentlich wenn man den vollen Lichtkegel des Hohlspiegels beziehungsweise eines Beleuchtungsapparates (Condenser, namentlich Abbé'scher mit weiter Blende) auf das Object wirken lässt — grell hervortreten. Da dabei bei gleichzeitiger Verwendung einer stark lichtbrechenden Zusatzflüssigkeit wie z. B. Glycerin oder Canadabalsam die übrigen Structuren glasartig durchscheinend werden, so gelingt es mittelst der Färbung auf diese Art leicht, gewisse Formbestandtheile, welche sonst in dem Gewirre des Structurbildes verschwinden würden — deutlich wahr-

zunehmen und namentlich diese sogenannte elective Wirkung der Tinction sichert derselben auch dort ihre Anwendung, wo es nicht blos darauf ankommt, instructive Präparate für den histologischen Anschauungsunterricht zu beschaffen, sondern gewisse praktische Fragen zu lösen. So gelingt es wie oben erwähnt in Mehl, welches Spuren von Mutterkorn enthält, die Partikelchen des letzteren, welche als Pilzsubstanzen besondere Anziehung auf Anilinfarbstoffe ausüben — mit diesen so intensiv zu färben, dass sie gegen die Stärke- und Kleberbestandtheile des Mehles dunkel erscheinen und deutlich hervortr.ten; so ist es möglich, wie ja allgemeiner bekannt — durch Färbung von Tuberkel-Sputum mit Anilin-Gentianaviolett und nachherige Entfärbung mit einer Säure und Alkohol (z. B. 100 Alkohol 3 Salpetersäure) — die fraglichen Bacillen der Tuberculose als intensiv gefärbte Stäbchen sichtbar zu machen u. dgl. mehr worauf wir noch zurückzukommen haben werden

Nur das wollen wir hier hervorheben, dass oft, wie z. B. im letztgedachten Falle die Tinction zunächst das ganze Object gleichmässig (diffus) färbt; die Differenzirung jener Bestandtheile des Objectes, die uns eben interessiren, wird dadurch hervorgerufen, dass wir das ganze Object einer Entfärbung, sei es in Wasser, in Alkohol oder in einer angesäuerten Flüssigkeit, unterwerfen, wobei alle Formenbestandtheile Farbstoff abgeben, am wenigsten aber jene, die die meiste Verwandtschaft zu dem Farbstoffe haben; in dem letzteren Falle also die Tuberkelbacillen. Dieses **Princip der maximalen Entfärbung,** welches zuerst von Ehrlich, Koch und Dr. Friedländer systematisch und bewusst angewendet wurde, spielt nicht nur bei der Anwendung der Anilinfarbstoffe eine grosse Rolle, sondern auch bei der Färbung mit Carmin, wobei man das gefärbte Object wieder theilweise meist durch Waschen in Wasser entfärbt. Die Zellkerne halten aber den Farbstoff in sich stärker zurück, als das Protoplasma und dadurch gelingt es, diese Kerne schön hervorzuheben. Hätte man nun eine anders gefärbte Färbungsflüssigkeit zur Verfügung, die dasjenige intensiv färbt, was das Carmin wenig oder gar nicht tingirt, so könnte man ein Präparat erhalten, bei welchem gewisse Formbestandtheile carminroth, andere in einer anderen Farbe erscheinen. Thatsächlich ist die Pikrinsäure eine solche Färbungsflüssigkeit, die gerade dasjenige gelb färbt, was das Carmin gar nicht oder wenig färbt; man erhält durch Anwendung von Carmin und Pikrinsäure Präparate, welche eine sogenannte Doppelfärbung oder Differentialfärbung im engeren Sinne aufweisen; eine ähnliche Doppelfärbung lässt sich z. B. erzielen, wenn man einen Schnitt eines tuberkulösen Gewebes zuerst mit Gentianaanilinviolett behandelt, dann entfärbt und schliesslich in eine wässerige Lösung von Bismarckbraun (Vesuvin) einlegt. Die Tuberkelbacillen erscheinen dann als dunkelviolette Stäbchen, während die tuberkulösen Gewebe selbst gelbbraun erscheinen. An diesen Beispielen wollten wir nur vorläufig zeigen, was die Tinction ist und was man mit ihr erreichen will. Die eigentlichen Tinctionsmethoden, welche ein ziemlich trockener Stoff sind, da sie grösstentheils aus Recepten bestehen, werden wir in den folgenden Zeilen behandeln. Wir wollen dabei, da jeder Tag neue Recepte bringt, blos eine Auswahl der bewährtesten dem Leser vorführen. Auf mehr müssen wir hier in diesem Leitfaden verzichten.

Was die Vornahme der zu beschreibenden **Färbungen** anbelangt, so gibt es dabei fünf Wege:

1. Man färbt einen Schnitt oder ein Object unter dem Deckglase, indem man einfach der Zusatzflüssigkeit einen Tropfen des sehr verdünnten (weil sonst zu undurchsichtigen) Farbstoffes zusetzt, doch kann diese Art der Färbung wegen der Ungleichmässigkeit derselben (da sie am stärksten die Randpartien, weniger stark die Centralzone des Präparates färbt) nur für in Flüssigkeiten schwimmende vereinzelte Zellen und andere kleine Körperchen, behufs rascherer und deutlicherer Uebersicht über dieselben bei offenem Condensor oder doch Hinwegnahme aller Blenden angewendet werden.

2. Man trocknet einen Tropfen einer zu untersuchenden Flüssigkeit auf dem Deckglase (seltener auf dem Objectträger) an der Luft oder an der Spiritusflamme (respective Bunsenbrenner) ein und färbt

dann durch Einlegen des Glases sammt der eingetrockneten Schichte in die Färbeflüssigkeit, ein Verfahren, welches zuerst Koch und Ehrlich bei Untersuchung von Sputis und sonstigen vitalen Absonderungen auf das Vorhandensein pathogener Mikroorganismen angewendet haben.

3. Man färbt einen Schnitt des betreffenden Objectes durch Einlegen in ein kleines, mit der Färbeflüssigkeit gefülltes Uhrgläschen oder Glasdose.

4. Man färbt ein kleines Stückchen des betreffenden Objectes (z. B. ein Stück Niere u. dgl.) durch Einlegen wie in 3.

5. Man legt das ganze Organ oder bei zoologischen Untersuchungen ein ganzes Thier in eine mit der Färbeflüssigkeit gefüllten Schale; doch werden letztere Methode wohl nur Normal-Anatomen oder Histologen anwenden; für unsere Zwecke ist es besser, wenn wir die Methode sub 4. anwenden, da uns dann noch immer Organtheile zur Untersuchung nach anderen Methoden übrig bleiben, was bei der Methode sub 5. nicht der Fall ist.

Die wichtigsten für eine oder die andere der in 1. bis 5. angeführten Manipulationsmethoden anzuwendenden Färbeflüssigkeiten wollen wir im Folgenden anführen; wir bemerken dabei, dass sich für die Methode 2 namentlich die Anilinfarbstoffe eignen. Die folgenden Lösungen sind in Glasstoppelflaschen zu verwahren:

Rothe Carminfärbung.

Unabhängig von dem Histologen Gerlach hat der Pflanzenphysiologe Dr. Theodor Hartig (nicht zu verwechseln mit P. Harting) schon 1858 in seiner Schrift: „Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeimes" eine Lösung von Carmin in Ammoniakwasser (sogenanntes carminsaures Ammoniak) beschrieben, welche sich auch in der Pflanzenhistologie zur Hervorhebung der Zellkerne benützen lässt. Diese Lösung wird nach Hartig folgendermaassen hergestellt:

Käuflicher, fein zerriebener Carmin wird mit Wasser angerührt und dann tropfenweise Ammoniakflüssigkeit zugesetzt, bis vollständige Lösung erfolgt ist. Die Lösung wird darauf filtrirt und bis zur Trockene abgedampft. Das so erhaltene Pulver lässt sich trocken Jahre lang aufbewahren und wird nach Bedarf in Wasser gelöst. Je nach der gewünschten Intensität kann man mehr weniger Carminpulver zur Lösung bringen. Die Hartig-sche Methode hat vor den anderen Carmintincturen den grossen Vortheil der Haltbarkeit voraus, färbt jedoch langsam, so dass die zu färbenden Objecte in der Lösung 24 und mehr Stunden verbleiben müssen, um gute Resultate erhalten zu können. Nach der Färbung wäscht man die mit der Hartig'schen Tinctur gefärbten Objecte (Schnitte von thierischen und pflanzlichen Geweben u dergl.) in Wasser ab, bis keine Farbe mehr abgegeben wird und betrachtet die Objecte in verdünntem Glycerin. Schneller, nämlich oft schon in einigen Minuten, färbt nachstehende, dem Archiv von Max Schultze entlehnte Carmintinctur: Man löst 1 Gewichtstheil Carmin mit 1 Gewichtstheil Ammoniakwasser (Aqua Ammoniaci, Liq. Ammonii, Salmiakgeist) und 3 Gewichtstheilen Aq. destill. Von dieser Lösung mischt man 1 Volumtheil mit 8 Volumtheilen einer Lösung von 1 Gewichtstheil Oxalsäure in 22 Gewichtstheilen Wasser, fügt 12 Volumtheile Alkohol. absol. hinzu und filtrirt das Ganze. Das erhaltene Filtrat kann nach Belieben durch Zusatz von Oxalsäure dem Orangerothen, durch Zusatz von Ammoniak dem Violetten genähert werden und beide Farbennuancen dienen gleich gut zum Färben. Dieser oxalsaure Carminammoniak findet namentlich in der thierischen Histologie ausgedehnte Verwendung. Eine einfach herzustellende und rasch färbende Carminlösung, welche ich selbst benütze, stellt man nach Bachmann folgendermassen her: Man nehme 2 bis 4 dcgr gutes käufliches Carmin, zerreibe dasselbe möglichst fein, bringe dazu etwa 30 gr destillirtes Wasser und einige wenige Tropfen Ammoniak. Ein Theil des Carmins löst sich und wird nun das Ganze abfiltrirt. Der Rest ungelösten Carmins, der auf dem Filter zurückbleibt, kann zu späterer Benützung aufbewahrt werden. Riecht das Filtrat noch merklich nach Ammoniak, so lasse man es, behufs Entweichens des letzteren, mehrere Stunden lang offen stehen.

Der Flüssigkeit werden nunmehr 30 gr Glycerin und 8 bis 10 gr Alkohol

zugesetzt. Diese Flüssigkeit wird entweder unvermischt oder mit Zusatz von einigen weiteren Gramm Glycerin benützt Sollte sich nach einiger Zeit Carmin am Boden absetzen, so dient ein Tropfen Ammoniak zu dessen Wiederauflösung. In diese Flüssigkeit bringt man nun die zu färbenden Objecte. Mit der beschriebenen Tinctur ist die Färbung nicht zu ausgedehnter und dicker Schnitte von thierischen und pflanzlichen Geweben schon in einigen Minuten vollzogen, man kann die Färbung jedoch, um die Gefahr einer Ueberfärbung zu vermeiden, durch Anwendung verdünnter Lösungen verlangsamen.

Hat das zu färbende Präparat eine gleichmässige rothe Färbung angenommen, nimmt man es aus der Färbeflüssigkeit, welche bei allen Färbemethoden am zweckmässigsten in Glasdosen mit Deckel zur Anwendung gelangt — heraus und spült es mit reinem Wasser ab, worauf man es dann auf wenige Minuten in Wasser bringt, dem einige Tropfen Eisessig (Acid. acet. glaciale) zugesetzt wurden. Die erwähnten Glasdosen erhält man in allen Dimensionen sowohl bei der weltbekannten Firma Siebert als auch beim bürgerlichen Glasermeister Tichy, beide auf der Alserstrasse in Wien. Die vorräthigen Färbeflüssigkeiten selbst bewahrt man in Flaschen mit Glasstöpsel auf und gibt nach Bedarf aus denselben Flüssigkeit in die Glasdosen. Die zu färbenden Schnitte müssen von der Flüssigkeit bedeckt sein. Schwimmen sie auf derselben, so muss man sie einmal auf der einen, dann auf der anderen Seite schwimmen lassen. Das Untertauchen der Schnitte durch Beschweren derselben mit Glasplatten etc. möchte ich blos bei derben Schnitten empfehlen; zartere könnten dabei leiden.

Prof. Thiersch's Lilatinctur (Boraxcarmin.)

Man löst 4 Th. Borax in 56 Thln. Aqu. destill. — Hiezu fügt man 1 Th. Carmin und vermischt nun je einen Volumtheil des Ganzen mit 2 Volumtheilen Alkohol absolut., worauf man filtrirt. Diese Flüssigkeit färbt etwas langsamer als die rothe oxalsaure Carmin-Ammoniak-Tinctur und bedient man sich zum Ausziehen überschüssigen Farbstoffes der Oxalsäure oder der in Weingeist gelösten Borsäure. Thiersch hat diese Lösung namentlich zur Färbung von Schnitten durch mittelst Einweichen in Chromsäure entkalkte Knochen und Knorpel empfohlen, worauf wir später noch zurückkommen werden.

Doppelfärbung und Pikrocarmin (Ranvier).

Behufs rascher Ausführung der oben erwähnten Doppelfärbung mittelst Pikrinsäure und Carminsäuren-Ammoniak kann man, anstatt die Färbungen durch Carmin und Pikrinsäure hintereinander auszuführen, sich eine Lösung bereiten, die die Doppelfärbung auf einmal hervorbringt.

Man bereite sich eine Lösung von Carmin in Wasser, welchem man einige Tropfen Ammoniak zugesetzt hat. Hiezu giesse man eine gesättigte Lösung von Pikrinsäure in Wasser und schüttle das Ganze öfters durcheinander und filtrire nach längerem Stehenlassen. Die Flüssigkeit muss jetzt eine dunkel-gelbrothe Färbung zeigen und kann nach Bachmann entweder concentrirt oder beliebig mit Wasser verdünnt angewendet werden. Die damit gefärbten Präparate können mit einem Tropfen Glycerin und einem Deckglas bedeckt der Perlustrirung unter dem Mikroskope unterzogen werden. Für histologische Zwecke empfiehlt Dr. Frey in Zürich nachstehende Vorschrift, welche ihm Baber nach den Erfahrungen von Malassez mitgetheilt hat. Nach dieser Vorschrift mischt man 1 gr Carmin, 4 ccm Ammoniakflüssigkeit und 200 ccm Aq. destill. und setzt 5 gr Pikrinsäure hinzu. Dann schüttelt man und decantirt. so dass der nicht gelöste Ueberschuss der Pikrinsäure im Glase zurückbleibt. Die abgegossene Flüssigkeit wird einige Tage stehen gelassen, wobei man selbe öfters umschüttelt. Hierauf bringt man selbe in eine flache Schale und setzt sie an der Luft (vor Staub geschützt) der Verdunstung aus. Es dauert mehrere Wochen, bis die Flüssigkeit verdunstet und ein rothes Pulver zurückgeblieben ist. Dieses wird mit der 50fachen Gewichtsmenge Wasser angemacht und nach einigen Tagen durch eine doppelte Lage

Filtrirpapier filtrirt. Die Flüssigkeit muss jetzt gelblichroth sein, ohne Geruch nach Ammoniak. Ein Tropfen auf weissem Filtrirpapier muss eingetrocknet einen gelben, rothgeränderten Fleck geben. Um diese so mühsam herzustellende Tinctur vor Zersetzung zu schützen, thut man gut, einige Tropfen reinster Carbolsäurelösung zuzusetzen.

Die beschriebene Pikrocarmintinctur lohnt ihre umständliche Herstellung durch vortreffliche Färbungsresultate.

Meines Wissens erhält man ein trockenes Pikrocarminpulver, welches mit Zusatz eines Tropfens Ammoniak in 100 Theilen Wasser sich vollkommen klar löst, bei Rud. Siebert, doch fehlen mir hierüber, sowie über das ebenfalls bei Siebert erhältliche sauere Pikrocarmin nach Schweigger-Seidel eigene Erfahrungen. Es gibt noch einige Recepte zur Herstellung einer brauchbaren Pikrocarmintinctur, welche wir hier übergehen zu können glauben. Meistens wird die Färbung, so lange nur eine Spur von Ammoniak in der Tinctur ist, stets zu roth ausfallen und die differenzirende Doppelfärbung weniger hervortreten. Deshalb empfiehlt Neumann die in der Pikrocarmintinctur gefärbten Präparate nach Auswaschen in Wasser auf eine halbe Stunde in ein Schälchen, welches 100 Gewichtstheile Glycerin mit 1 Gewichtstheil Salzsäure enthält, zu bringen. Durch die hiedurch hervorgerufene Neutralisation des basischen Ammoniak wird der rothe Farbstoff aus den protoplasmatischen und Zwischensubstanzen entfernt, und diese treten dann schön gelb gefärbt hervor, während die Nuclearformationen schön roth erscheinen.

Durch das Pikrocarmin erscheinen Hornsubstanzen, glatte Muskelfasern etc. gelb gefärbt und werden daher von dem schwach roth gefärbten Bindegewebe und den intensivrothen Zellkernen leicht zu unterscheiden sein. Dr. Friedländer in Berlin erzählt uns in seiner „Mikroskopischen Technik zum Gebrauch bei medicinischen und pathologisch-anatomischen Untersuchungen“, dass ihm die Entdeckung der Tuberkel in den scrophulösen Granulationen, im Lupusgewebe etc. sehr erleichtert worden sei, wenn er die mikroskopisch zu untersuchenden Objecte mit Pikrocarmin färbte.

Thiersch's Indigo-Carmin für Blaufärbung.

Man löst auf in 30 Theilen Aqu. dest. 1 Theil Oxalsäure; in diese Lösung trägt man so viel Indigo (das käufliche indigoschwefelsaure Kali) ein, als die Oxalsäurelösung aufzunehmen vermag. Hierauf filtrirt man und verdünnt mit Alkohol. Diese Lösung färbt sehr rasch und intensiv blau.

Grenacher's Alaun-Carminfärbung.

Eine Lösung von 5 gr Alaun in 100 gr Aqu. destill. wird im Sandbade bis zum Aufkochen erwärmt, worauf man 1 gr Carminpulver zusetzt und noch 20 Minuten lang kochen lässt. Nach Hinwegnahme der Spirituslampe rührt man mit einem Glasstabe um, bis die Lösung Zimmertemperatur angenommen hat. Hierauf wird mit gutem Filtrirpapier (am besten zweimal) filtrirt und in gut verschlossener Glasstöpselflasche aufbewahrt. Man legt in diese Lösung die Objecte je nach ihrem Volumen auf 5—15 Minuten ein und erhält eine nahezu isolirte Färbung der Nuclearformationen (Zellkerne). Die Färbung ist röthlich-violett.

Eine Abänderung hat Professor Csokor eingeführt. Er verwendet statt des käuflichen Carmins, dessen Muttersubstanz Cochenille, welche er auf folgende Weise behandelt:

1 Gewichtstheil feinpulverisirte Cochenille wird mit 1 Gewichtstheil Alaun in 100 Gewichtstheilen Wasser erwärmt und bis auf die Hälfte des ursprünglichen Volumens eingedampft; sohin setzt man etwas Phenol hinzu, um das Schimmeln zu verhüten und filtrirt. Dr. Carl Friedländer, Professor der pathologischen Anatomie in Berlin lobt diese Färbeflüssigkeit sehr und betont, dass er dieselbe gerne zur gleichzeitigen Färbung von Kernen (Nuclearformationen) und Axencylindern in mikroskopisch zu untersuchenden Schnitten des Centralnervensystems verwendet. Die Härtung hat mittelst Chromsalzlösungen (siehe oben bei den Schnittmethoden) zu erfolgen. Die so gewonnenen Schnitte zeigen nach

circa 24stündigem Verweilen in der Csokor'schen Lösung eine Art Doppelfärbung und erscheinen die Kerne mehr violett, die Axencylinder mehr carminroth gefärbt.

Orth's Lithion-Carmin.

In 100 gr einer gesättigten wässerigen Lösung von Lithion carbonicum trägt man $2^1/_2$ gr Carminpulver unter stetem Umrühren ein und filtrirt. Die Färbung bedarf blos einiger Minuten; dann wäscht man die Schnitte in 70%igem, mit 1 Gew.-Percent Acid. mur. conc. versetzten Alkohol ab. Alles wird farblos, blos die Nuclearformationen heben sich von dem übrigen Gewebe prachtvoll ab.

Doppelfärbung mittelst Picrolithioncarmin.

Man fügt zu der vorbeschriebenen Lithioncarminsolution 2·3 Gew.-Percente einer gesättigten wässerigen Picrinsäurelösung hinzu. Die damit gewonnene, sehr dauerhafte Färbeflüssigkeit erzeugt rasch eine ähnliche Doppelfärbung, wie die oben beschriebene Picrocarminfarbe. Gewaschen wird das aus der Färbeflüssigkeit genommene Object zunächst in 70%tigem, mit 1 Gew.-Percent Acid. mur. versetztem Alkohol, dem man $^1/_4$ des Volumens Glycerin zufügt, dann in destillirtem, öfter mittelst einer Spritzflasche gewechseltem Wasser.

Wir schliessen hiemit die Reihe der Carminfarben. Alle die gedachten Farben enthalten Wasser; will man daher die damit hergestellten Präparate nicht in Glycerin, sondern in harzigen Flüssigkeiten wie z B. Canadabalsam, Damarlack etc., welche den für viele Fälle erwünschten Vortheil einer stärkeren Lichtbrechung und dadurch herbeigeführten intensiveren Hervorhebung der gefärbten Partien des Objectes bieten, betrachten, so muss man sie noch in absoluten Alkohol bringen, welcher ihnen das Wasser entzieht. Solchen absoluten Alkohol kann man sich aus stärkstem Alkohol bereiten, indem auf einer eisernen Platte bis zum Zerfall geröstete Crystalle von Kupfervitriol in eine Flasche mit dem Alkohol gethan werden, worauf die Flasche gut verschlossen wird. Das Kupfersulphatanhydrid entzieht dem Alkohol das Wasser und kann so lange verwendet werden, bis es wieder himmelblau geworden ist. In eine Glasdose mit diesem Alkohol kommen die zu entwässernden gefärbten Objecte. Aus dem Alkohol kommen sie in Oleum tereb. rect. oder noch besser in Ol. Caryoph., welches dieselben durchtränkt und zur Aufbewahrung in Harzen geeignet macht, ohne dass Trübung zu befürchten wäre Wir kommen nun zur Haematoxylinfärbung.

Die Hämatoxylinfärbung.

Eine der sichersten Methoden um gute Kernfärbungen zu erhalten — ist jene mit Hämatoxylin. Die Crystalle desselben löst man in Alkohol, und zwar nimmt man nach Böhmer 0·35 gr Hämatoxylin auf 10 Theile Alkohol von möglichster Wasserfreiheit. Sodann bereitet man sich eine zweite Lösung von 0·1 gr Alum. ust. auf 30 gr Aq. dest. — Von der Hämatoxylinlösung tropft man einige Tropfen in die Alaunlösung, bis sich eine violette Tinctur bildet. Mit dieser Tinctur kann man dann sehr rasch (in einigen Minuten) färben. Doch entfärbt sich diese Tinctur bei der geringsten Spur von Säure, und man kann daher damit blos säurefreie Objecte färben. Eine andere Methode schlägt Rindfleisch vor: Man halte sich eine concentrirte, wässerige Lösung des Hämatoxylin vorräthig und eine gleiche Alaunlösung. Für den Gebrauch gebe man zu einer kleinen Quantität der ersteren soviel von der letzteren bei, bis ein schön violettrother Farbenton entsteht. Nun verdünnt man das Ganze mit einer fünffachen Menge Wasser und erhält eine schöne blauviolette Flüssigkeit, in welche man die frischen oder in Alkohol gehärteten Objecte auf 1 bis 3 Minuten einlegt. Weniger empfindlich gegen Säuregehalt der zu färbenden Objecte sind nach Frey wässerige Abkochungen von Blauholz mit Alaun.

Eine dauerhafte Lösung gibt Dr. Friedländer in Berlin an:

Hämatoxylin	2·00
Alkohol (95%ig)	100·00
Aqu. dest.	100·00
Glycerin depur.	100·00
Alum. ust.	2·00

Mischen und acht Tage an der Luft stehen lassen.

Diese Lösung füllt man, meinen Erfahrungen nach, am besten in ein Fläschchen mit einem in den Stöpsel eingeführten kleinen Trichter. In diesen gibt man zum Schutze gegen Staub einen Wattapfropf und lässt eine Woche und länger stehen, worauf die Lösung ihre volle Kraft erreicht. Nach Dr. Friedländer wäscht man einen in diese Lösung auf einige Minuten eingelegten Schnitt in destillirtem Wasser gut aus, wobei er eine schöne, blaue Färbung annimmt und worauf eine schöne Färbung der Kerne des Präparates erfolgt sein wird; auch färben sich Bacterien sehr intensiv. Eine etwaige Ueberfärbung kann durch nachheriges Einlegen in angesäuerten (salzsaueren) Alkohol paralysirt werden.

Durch nachträgliches Einlegen in eine concentrirte Lösung von Pikrinsäure kann man eine schöne Doppelfärbung erzielen. Die Zellkerne, sowie die meisten Schizomyzeten färben sich dann schön blauviolett, die protoplasmatischen Substanzen dagegen gelb.

Ich glaube mit den vorbeschriebenen Hämatoxylinrecepten genügende Anleitung zur Hämatoxylinfärbung gegeben zu haben. Wir werden weiter unten eine Doppelfärbung vermittelst des Hämatoxylins und eines Anilinfarbstoffes (Eosin) kennen lernen.

Anilinfarbstoffe.

Die grosse Bedeutung der Theerfarbstoffe für die Mikroskopie ist inbesondere in den letzten Jahrzehnten, am meisten im jüngstvergangenen, durch die epochalen Entdeckungen Koch's und anderer Bacterienforscher und die treffliche Färbetechnik eines Weigert, eines Ehrlich, eines Ziehl hervorgetreten, doch schon Haustein hat 1868 das Fuchsin-Methylviolett, ein Anilingemisch aus gleichen Gewichtstheilen, Fuchsin- und Methylviolett zu mikroskopischen Tinctionen angewendet. Seither sind zahlreiche Anilinfarbstoffe in den Handel gekommen und fast alle wurden mit mehr weniger Erfolg in der mikroskopischen Technik verwerthet. Alle diese Farbstoffe haben das Gemeinsame, dass sie sehr lichtempfindlich sind, also im Lichte verblassen; deshalb ist es vorsichtig, mit Anilin gefärbte Präparate nicht allzulange im Lichte liegen zu lassen.

Sämmtliche Anilinfarbstoffe lassen sich aber in drei Gruppen scheiden:

1. Wasserlösliche;
2. alkohollösliche;
3. sowohl in Wasser als in Alkohol lösliche.

Die dritte Gruppe ist am zahlreichsten vertreten. Bei unseren Arbeiten werden wir meistens die zur Lösung nöthige Flüssigkeit und deren Menge bezeichnen.

Die meisten Tinctionsmaterialien sowie auch fertige Lösungen sind, wie bereits oben erwähnt — bei Rudolf Siebert, Wien, VIII., Alserstrasse 19 in trefflicher Qualität zu haben, insbesondere die Anilinfarbstoffe; doch sind Letztere mitunter in genügender Reinheit auch in besseren Material- und Farbwaarengeschäften der Provinz zu haben.

Alle gebräuchlichen Anilinfärbemethoden hier aufzuzählen, wäre dem Zwecke dieses Leitfadens nicht entsprechend; die bewährtesten unter den neueren Methoden sollen jedoch vollständig beschrieben werden. In der allgemeinen Einleitung über die Tinctionsmethoden, haben wir des Principes der maximalen Entfärbung Erwähnung gethan, welches gestattet blos Zellkerne und kleine, in Geweben zerstreute Körperchen durch intensive Färbung in ungefärbter Umgebung hervortreten zu lassen (namentlich wenn man sich eines Condensors oder Abbe'schen Beleuchtungsapparates mit weiten Blenden bedient); hier weisen wir darauf hin, dass dieses, allerdings auch bei anderen Farbstoffen (z. B. Carmin) durgeführte Princip, seine schönsten Erfolge in Anwendung auf Anilinfarbstoffe erzielt hat.

Es gibt aber auch Anilinfarbstoffe, welche zu einer solchen Färbung nicht verwendbar sind; sie färben nämlich nicht blos die Kerne, sondern auch die protoplasmatischen Substanzen so intensiv, dass sie sich nachher weder durch Säuren noch durch Lösungsmittel ohne Gefährdung des ganzen Präparates entfernen lassen. Wir sehen also dass sich die Anilinfarbstoffe in zwei weitere Gruppen theilen lassen:

1. Kernfärbende;
2. profusfärbende, welche das ganze Zellgerüste mitfärben.

Die sub 1. genannten verhalten sich zu Säuren ähnlich wie die Basen; sie

bilden mit ihnen neue, neutrale und meist leichter lösliche Verbindungen, welche Eigenschaft eben zur Entfernung aus dem Protoplasma oder aus dem gesammten Gewebe benützt wird, während die Zellkerne oder Bacterien den Farbstoff zähe festhalten und daher gefärbt bleiben, wenn man nicht zu starke Säuren oder zu langes Verbleiben in Lösungsmitteln auf die gefärbten Objecte einwirken lässt.

Wegen dieses den Basen ähnlichen Verhaltens der kernfärbenden Theerfarben, nennt man dieselben auch basische; die häufigst angewendeten und bewährtesten sind: Fuchsin, Gentianviolett, Methylviolett, Methylenblau, Dahlia, Magdalaroth, Malachitgrün, Methylgrün, Vesuvin und andere mehr. Von der Gruppe 2 werden am häufigsten verwendet: Eosin, Nigrosin und Anilinblau; letzteres muss sich leicht in Wasser lösen.

Die sub 2. genannten Lösungen färben sowohl die Kernsubstanzen, als auch das Protoplasma; doch färben sie manche Substanzen, zu denen auch sie eine grössere Verwandtschaft zu haben scheinen, dauerhafter, d. h. nach möglichstem Waschen bleiben diese Substanzen, wenn es auch nicht Zellkerne sind, intensiver gefärbt, wie wir später hören werden.

Wir wollen hier vor Allem die kernfärbenden Anilintinctionen besprechen:

Fuchsin, Gentianviolett, Methylviolett, Methylenblau, Vesuvin oder Bismarckbraun.

Sie lösen sich sowohl in Wasser, als auch in Alkohol. Am besten hält man eine Lösung von 1 gr in 100 gr 50%igen Alkohol vorräthig, welche man von Zeit zu Zeit filtrirt oder bei Anwendung durch einen kleinen Filtrirtrichter direct in das zur Färbung bestimmte Uhrglas, Porzellanschälchen oder in die Glasdose hineintropft.

Safranin (hochroth.)

Alkohol absolut.		
Aq. destill.	aa	50·00
Safranin		0·03

nach tagelangem Stehenlassen filtrirt man.

Corallin (hellroth.)

Man löst in 100 ccm Wasser 25 gr kohlensaures Natron auf und trägt in diese Lösung 1 gr Corallin ein. Nach halbtägigem Stehenlassen filtrirt man.

Essigsaures Methylgrün (Strassburger.)

Acid. acet. glacial.	1·00
Aq. dest.	100·00
Methylgrün	2·00

Die gedachten Lösungen gelangen nicht immer concentrirt zur Anwendung; bei Studien von Zellkernen in sehr zarten Geweben wird man gut thun, sie bis auf das 10fache ihres Volumens mit Wasser zu verdünnen. Bei Untersuchungen von leicht quellenden Substanzen, z. B. Mehl auf Mutterkorn wird man den Lösungen mit Vortheil Glycerin zusetzen. So empfiehlt Dr. Hermann Hager als sogenanntes Fluid-Fuchsin: 4 Theile einer Lösung von 1 gr Fuchsin in 100 Alkoh. abs. mit 50 Theilen Glycerin, welches 40% Wasser enthält, als sogenanntes Dilut-Fuchsin eine Mischung aus 30 Theilen des erwähnten Fluid-Fuchsins mit 50 Theilen reinem Glycerin und 20 Theilen Wasser — zu verschiedenen Untersuchungen, namentlich jener von Mehl auf Mutterkornpartikel.

Alle diese Färbelösungen haben im Allgemeinen ähnliche Eigenschaften; sie färben die in sie eingelegten Schnitte oder auf dem Deckglase haftenden, sammt diesem in die Lösung eingebrachten Objecte nach wenigen Minuten äusserst intensiv. Wäscht man den aus der Färbelösung herausgehobenen Gegenstand in Wasser aus und betrachtet ihn sofort im Wassertropfen unter dem Mikroskope, so findet man eine fast vollständig diffuse, gleichartige Färbung; benützt man dagegen zum Waschen eine Mischung von 50 Alkohol mit 100 Wasser, so wird man sehen, wie intensiv sich der Alkohol färbt; jede Bewegung mit der Hand löst vom Objecte ganze Wolken von Farbstoff ab. Hört diese Farbeabgabe auf, so ist die Entfärbung beendet und wenn man nun das Object unter dem Mikroskope etwa nach Hinwegnahme aller Blenden oder bei Benützung eines mit weiter Blende versehenen Condensors oder Abbe'schen Beleuchtungs-Apparates betrachtet, so wird man sehen, dass in dem Objecte blos die Zellkerne intensiv gefärbt, die protoplasmatische Substanz aber ungefärbt oder doch sehr blass erscheint. Etwa im Präparate vorhandene Pilze, also z. B. Schimmelfäden (Mycelien), Mutterkorn-

partikelchen im Mehle u. dgl. erscheinen ebenfalls intensiv gefärbt, ebenso die Bacterien. Ueber die besonders ausgebildete Färbetechnik der Letzteren, bei welcher man trachtet, nur die Bacterien zu färben, also auch die Zellkerne maximal zu entfärben, mitunter, um sie anders färben zu können, wird unten ausführlich gesprochen werden. Hier haben wir es zunächst mit der blossen Thatsache der Kernfärbung zu thun. Wozu nützt diese, wenn wir von der rein akademischen Anwendung zur Erleichterung des Verständnisses des histologischen Aufbaues der untersuchten Objecte absehen?

Sie kann eine diagnostische Bedeutung haben! Weigert hat entdeckt, dass bei vielen kranken Geweben, welche er nach Färbung untersuchte — die Zellkerne ungefärbt erschienen, obgleich dieselbe Färbeflüssigkeit in gesunden Geweben die Zellkerne deutlich hervortreten liess. Alsbald sah er, dass in jenen kranken Geweben die Mehrzahl der Zellen kernlos war; da die Zellen keinen Kern hatten, konnte sich der Kern nicht färben; da bei normal (d. h. also nicht mit Säuren) angesetzten Färbelösungen gesunde Gewebe keine oder wenig „kernlose Zellen" zeigten — so schloss Weigert daraus, dass die Kernlosigkeit eine Folge der Erkrankung und daher auch ein wichtiges, mikroskopisch erkennbares Symptom resp. Kriterium derselben sei.

Man fand kernlose Zellen bei Niereninfarcten und bei Chromvergiftung in der Niere, bei Blattern in den tiefen Schichten der Epidermis, bei Diphteritis in den infiltrirten Geweben etc. etc. — Cohnheim, der der Sache weiter auf den Grund ging — fand alsbald, dass wegen mangelhafter Ernährung abgestorbene „necrotische" Gewebe das Phänomen der kernlosen Zellen am häufigsten zeigten, dabei wies das Protoplasma dieser Zellen ein erhöhtes Lichtbrechungsvermögen auf, es war homogen und glänzend — wie ein Fetttropfen — der Zellkern schien mit dem Protaplasma in eine Substanz zusammengeflossen, sogenannte Coagulationsnecrose. Die mikroskopische Untersuchung kann hier also — vorsichtig, d. h. mit neutralen Färbe- und Waschflüssigkeiten ausgeführt — mancherlei Aufklärung zweifelhafter Fälle bewirken.

Dr. Friedländer in Berlin bemerkt hier warnend, dass nicht jede Zelle, deren Kern nicht nachzuweisen ist, gleich als necrotisch angesehen werden dürfe, da sich namentlich Epithelzellkerne schwerer färben und bei Anwesenheit kleinster Säuremengen farblos bleiben können. Weiters macht Dr. Friedländer aufmerksam, dass, ehe der Kern vollständig schwindet, an seiner Stelle kleine, intensiv gefärbte Körnchen sich vorfinden, die man wohl als Zerfallsproducte des Kernes ansehen darf, die aber von Ungeübten oft fälschlich für Mikrococcen gehalten werden; sie unterscheiden sich aber von den Coccen durch ihre variable Grösse. Wir müssen derlei Beispiele anführen, weil sie das Verständniss der Wichtigkeit unseres mikroskopischen Faches für den Arzt, den Thierarzt und den Fleischbeschauer darthun und, insoferne diese 3 Berufsclassen aus den eingangs dieser Arbeit erwähnten Gründen sich oft an den Apotheker um Durchführung mikroskopischer Arbeiten aus ihrem Gebiete wenden dürften, auch für den mikroskopirenden Pharmaceuten wissenswerth sind.

Fortfahrend, weisen wir darauf hin, dass sich mit den gedachten kernfärbenden Theerfarbstoffen ausser dem Kern der Zellen auch andere im Protoplasma eingelagerte Körnchen färben, ja, dass ausnahmsweise sich auch gewisse Zellen ganz färben (also nicht nur der Kern, sondern auch das Protoplasma) und wieder macht man von dieser Thatsache mitunter am Krankenbette diagnostischen Gebrauch. Es sind dies die sogenannten Mastzellen. Es sind dies grosse, aufgeblähte Zellkörper, welche mit der „Mästung" nichts zu thun haben, selbst aber wie „gemästet" aussehen; insoferne ja jede Zelle ihr eigenes Leben als Element des Organismus hat, ist dieser von Ehrlich eingebürgerte terminus technicus gar nicht so unpassend. Diese auffallend grossen Zellen also bestehen aus einem grobkörnigen Protoplasma, dessen Körner sich mit basischen Anilinfarben intensiv färben, stets bleibt der Kern ungefärbt und tritt als heller Fleck in der Mitte des intensiv gefärbten Protoplasmas hervor. Wir haben also hier eine Umkehrung

der Kernfärbung: Mastzellen werden von kernfärbenden Anilinsubstanzen nur im Protoplasma gefärbt; ein Kern ist da (also nicht mit dem Phänomen der kernlosen Zelle zu verwechseln), aber er färbt sich nicht, er muss also anders beschaffen sein, als der Kern normaler Zellen. Wo finden sich nun solche Mastzellen? In normalen, gesunden Geweben, in den Schleimhäuten, im Bindegewebe, im submucösen Gewebe u. s. w. oft reichlich, aber vereinzelt; in Massen dagegen finden sich solche Mastzellen bei langsam entstehenden Neubildungen, in der Umgebung von krebsartigen Wucherungen (nicht zu verwechseln mit den eigentlichen „Krebszellen", auch „Riesenzellen" genannt) und können daher auch hier, wenn schon nicht über den Charakter der Wucherung, so doch über deren Bedenklichkeit einige Aufklärung bieten; im Uebrigen ist dies freilich ein controverses Gebiet, auf welches wir hier blos beispielsweise hinweisen mussten, um die volle Bedeutung der Tinctionsmethoden auch für die nicht bacteriologische Diagnostik darzulegen. Eine weitere Verwendung zu einer solchen Diagnose finden die Anilinfarbstoffe, insbesondere die violetten (Gentiana und Methyl-Violett) zur Erkennung eines häufigen Degenerations-Processes im menschlichen und thierischen Körper, der sogenannten amyloiden Degeneration.

Die Amyloidreaction der violetten Anilinfarbstoffe.

An dieser Reaction haben wir gleich ein Beispiel, dass auch bei den eigentlichen Tinctionen chemische Reactionen intercurriren. Wir müssen uns fragen: Was ist das Amyloid? Denn wir werden bei Besprechung der eigentlichen mikrochemischen Reactionen darauf zu sprechen kommen, wie es gelingt auf chemischem Wege ohne eigentliche Tinction amyloide Substanzen nachzuweisen und es wird nicht schaden, wenn wir uns hier schon darüber klar werden.

Die „amyloide" das ist „stärkeähnliche" Substanz hat trotz ihres Namens mit der Stärke nichts gemein — als dass sie mit Schwefelsäure und Jod behandelt blau wird, ähnlich wie Stärke mit Jod allein; das Nähere hierüber werden wir weiter unten hören. Im Uebrigen ist die amyloide Substanz ein den Eiweisskörpern nahestehender Stoff von hohem Stickstoffgehalte, welcher im menschlichen und thierischen Körper bei Degenerationsprocessen als Umwandlungsproduct der ursprünglichen normalen Substanz entsteht und wir sprechen in solchen Fällen von „amyloider Degeneration". Solche Degeneration findet sich in den glatten Muskeln der Blutgefässe, in der Gerüstsubstanz und den homogenen Organen der Niere, Milz und Leber und in Form der sogenannten „Corpora amylacea" im Gehirn.

Legt man nun ein Stückchen, respective einen Schnitt von Organen, die man der amyloiden Degeneration für verfallen verdächtigt in eine Lösung von 1 Methyl- oder Gentianaviolett auf 1000 Wasser auf einige Minuten ein, nimmt es heraus, wäscht es (nicht in Alkohol!) in einer Mischung von 1 Acid. acet. glac. auf 100 Wasser aus und untersucht in einem Tropfen säurefreien Glycerins, so sehen wir, dass wie zuerst Heschl, Jürgens und Cornil entdeckt hatten, die amyloide Substanz roth, die normalgebliebene Substanz dagegen blauviolett erscheint. Zu bemerken ist, dass die im Harne von Nierenkranken vorkommenden Harncylinder eine ähnliche Reaction zeigen.

Wir haben an der Rothfärbung der amyloiden Substanzen, während die normalen blauviolett, also entsprechend dem Farbenton der angewendeten Tinction werden — ein Beispiel einer Doppelfärbung mit einer einfachen Farblösung und zwar auf zoohistologischem Gebiete. Wir werden gleich von ähnlichen Doppelfärbungen mit einer einfachen Anilinfärbelösung auf pflanzenhistologischem Gebiete, welche sich zu pharmacognostischen Arbeiten verwerthen lassen, hören.

Anilin-Färbemethoden für botanische und pharmacognostische Zwecke:

1. Die Doppel-, resp. Dreifachfärbung mit Safranin (Behrens).*) Legt man einen in Alkohol eingelegt gewesenen Pflanzenschnitt auf 6 Stunden in eine Lösung von 0·2 Safranin in 100 Theilen 50%igen Al-

*) Leitfaden der botanischen Mikroskopie von Wilhelm Behrens. Mit 150 Abbildungen in Holzschnitt, Braunschweig, Harald Bruhn 1890. (Ein vortreffliches Buch, welches ich nicht genug empfehlen kann.)

kohols ein, nimmt ihn dann heraus und spült in Alkoholwasser leicht ab, so wird man nachstehende Färbungen wahrnehmen: Der Xylemtheil der Gefässbündel, die anliegenden Marklagen, viele Rindenzellen, die Epidermis werden kirschroth, die Endodermis gelblichroth, das innere Mark und die Markstrahlen blassroth bis ungefärbt. Der Bast wird ebenfalls blos ganz blass, die Siebröhren rosenroth, das Sklerenchym bleibt blass, blos dessen Primärwand wird schwach roth tingirt.

2. Doppelfärbung mit Corallin (Strassburger). In Corallin 0·4, Natriumcarbonat 10, Wasser 40 eingelegte, darin $^1/_4$ Stunde bis 1 Stunde (je nach Grösse) verbleibende Pflanzenschnitte zeigen an den verholzten Elementen eine röthlichbraune Färbung, die unverholzten Elemente werden gelblich oder blassrosa.

Dr. Vinassa's Methoden. Die beiden angeführten Doppelfärbungen mit kernfärbenden Anilinfarbstoffen (Safranin und Corallin) betreffen jedoch nicht blos die Zellkerne, sondern das Zellgerüste, weshalb eine blos leichte (nicht bis zur maximalen Entfärbung getriebene) Waschung in Alkoholwasser zu empfehlen ist.

Gerade diese mehrfachen Färbungen des Zellgerüstes sind es, welche in der Pharmacognosie schöne Resultate liefern. Dr. E. Vinassa hat die meisten Anilinfarbstoffe auf ihre Brauchbarkeit für pharmacognostische, resp. botanische Zwecke untersucht und in einer Arbeit, „Beiträge zur pharmacognostischen Mikroskopie“, welche in „Behren's Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie“ (Band VIII, Heft 1, 1891) erschienen ist, die Resultate dieser Untersuchungen niedergelegt. Bei allem Verdienste, sich dieser Arbeit unterzogen zu haben, ist nicht zu verkennen, dass Vinassa Vieles neuentdeckt zu haben glaubt, was derselbe Behrens, in dessen Zeitschrift die Arbeit von Vinassa im Jahre 1891 erschienen ist, schon in seinem 1890 erschienenen Leitfaden angeführt hat und ist schon deshalb die Aeusserung des Dr. Vinassa: „Leider wird nun gerade in der botanischen und pharmacognostischen Mikroskopie so viel wie gar nicht gefärbt, auch ist mit Ausnahme der Brun'schen Doppelfärbung beinahe keine praktische zu finden“, eine unbegründete. Auf Seite 35 der gedachten Arbeit, resp. des ersten Heftes der „Zeitschr. für Mikroskopie“ 1891 sagt Vinassa: „Schon die ersten Versuche förderten für mich überraschende Resultate zu Tage, indem sich die Farben in zwei oder besser gesagt drei Gruppen theilen lassen: In solche, welche nur das Parenchymgewebe färben, zweitens in solche, welche nur die verholzten Elemente Collenchym, Gefässe, eventuell Kernscheiben tingirten und schliesslich solche, welche nur das Gewebe differencirten, d. h. aus dem gefärbten Parenchym, die verdickten Zellen schärfer heraushoben“; er glaubt also, wie man aus seiner Ueberraschung ersehen kann (gewiss bona fide) etwas ganz neues entdeckt zu haben; hätte er aber die früheren Arbeiten Wiesner's, Behrens', Strassburger's und Anderer genauer beachtet, so wäre er gewiss nicht so überrascht gewesen, er hätte vielmehr in seinen Experimenten blos eine Bestätigung der von den hervorragendsten mikroskopirenden Botanikern Deutschlands schon einige Jahre vor ihm mit verschiedenen Anilinfarben gefundenen Resultaten gesehen. Im Uebrigen aber hat Dr. Vinassa seine Untersuchungen über eine grosse Anzahl Anilinfarbstoffe ausgedehnt und meist blos sogenannte „subjective“ Farben verwendet, das heisst, solche welche ohne „Beizen“ (Mordantes) schon in wässerigen, verdünnten Lösungen zur Geltung kommen, wobei also nach Vinassa's Ansicht blos physikalische Vorgänge (Attractionskräfte, Capillarität, Diffussion) die Differenzialfärbung bewirken. Dr. Vinassa widerspricht sich aber selbst, indem er anfangs jede „Beize“ verwirft, am Schlusse seiner Arbeit aber wörtlich folgendes mittheilt: „Zum Schlusse sei es gestattet, noch einzelne Punkte über das Fixiren der gefärbten Präparate zu erwähnen. Da dieselben aus dem Waschwasser direct, also noch feucht in die Einbettungsmasse, hier Glyceringelatine gelangen, ist es unmöglich, dass die Farbe so haftet, dass sie durch Glycerin nicht gelöst werde. Man thut gut, dieselben zu fixiren und zwar indem man für

Tabelle I.

Name	Nr. *)	Provenienz	Fixirbar mittelst	Verhalten zu Säuren	Verhalten zu Alkalien.	Farbe	Färbung des mikroskopischen Präparates.
Safranin „T"	263	Badner Anilin- u. Sodafabrik.	Tannin	Mit H Cl blauviolette Lösung	Mit Na O H braunrother Niederschlg.	roth	Färbt Gefässe kirschroth, Parenchym braunroth
Vesuvin	25	dto.	dto.	Mit H Cl unverändert	Mit Na O H brauner Niederschlg.	braun	Färbt die verdickten Zellwände schön braun
Deltapurpurin	Ohne	dto.	subjectiv	Mit H Cl braune Lösung	Mit Na O H braunrother Niederschlg.	rothbraun	Färbt lockeres Zellgewebe schön rothbraun, nicht aber die verdickten Zellen
Methylenblau	256	dto.	dto.	Mit H Cl unverändert	Mit Na O H violetter Niederschlg.	blau	Färbt verdickte Zellen blaugrün
Eosin	219	dto.	mit Bleiacetat	Mit H Cl rother Niederschlg.	Mit Na O H Farbe nicht verändert, es verschwindet die Fluorescenz	roth	Färbt Gefässe roth, leicht auswaschbar
Solidgrün in Krystallen	168	dto.	subjectiv	Mit H Cl gelbe Färbung	Mit Na O H grünlicher Niederschlg.	blaugrün	Färbt Gefässe und verdickte Zellen prachtvoll blaugrün
Benzopurpurin „B"	139	dto.	dto.	Mit H Cl brauner Niederschlg.	Mit Na O H unverändert	braunroth	Färbt Parenchym schön braunroth, Gefässe etc. nicht
Brillantgelb	151	dto.	dto.	Mit H Cl dunkelvioletter Niederschlg.	Mit Na O H gelbrothe Färbung	gelb	Färbt dickwandige Zellen orangegelb
Azoviolett	148	dto.	dto.	Mit H Cl blauvioletter Niederschlg.	Mit Na O H fuchsinroth	violett	Färbt blos das Parenchym violett
Salpetersaures Chrysoidin in Crystallen.	Ohne	dto.	dto.	Mit H Cl orangefarben	Mit Na O H gelb	dunkelgelb	Färbt verdickte Zellen schön gelb
Erythrosin	223	dto.	Bleiacetat	Mit H Cl röthlicher Niederschlg.	Mit Na O H unverändert	hellroth	Färbt alle Zellgewebe rothgelb

*) Um nicht die chemische Formel anführen zu müssen, gibt Dr. Vinassa blos die Nummer an, welche der betreffende Farbstoff in Schultz' und Julius' „Tabellarische Uebersicht der künstl. organ. Farbstoffe" hat.

Amidofarben . . . eine Beize von Gelbstoff, dann Brechweinstein benützt, Oxyazofarben wie Ponceau etc. . . mit Zinnchlorid fixirt."

Anfangs hält er also jede „Beize" (sogar Carminammoniak, Hämatoxylin und Alkoholfuchsin) für pharmacognostische Zwecke für minder geeignet, da sie nach seiner Meinung theils das Object zu sehr verändern, theils keine Differentialfärbung zulassen (?), zum Schlusse seiner Arbeit schlägt er aber als Fixirungsmittel gar Beizen wie in der Färberei vor. Von den erwähnten Mängeln abgesehen, enthält Vinassa's Arbeit offenbar viel Originelles und Werthvolles. Seine Methode, von der er selbst Ausnahmen macht, ist folgende: „Behufs Vorbereitung zum Färben wurde eine grössere Anzahl Schnitte, wie sie das Mikrotom lieferte,

also ohne vorherige Auswahl, mit etwas Natronlauge ausgekocht, um die Stärke etc. zu beseitigen, dann mit viel Wasser ausgewaschen, eventuell unter Zusatz von etwas Essigsäure und im Trichter abtropfen gelassen. Es ist unbedingt erforderlich, dass das Protoplasma gelöst sei und man nur mit dem Gewebe zu arbeiten habe, denn es schlagen sich diejenigen Farbstoffe, welche sonst nur die verdickten Zellwände färben, auch im abgestorbenen Protoplasma nieder, während die feinen Zellwände nicht tingirt erscheinen. Das Färben wurde auf folgende Weise vorgenommen: In einer Porzellanschale wird eine ungefähr (?) $^1/_2$—$1^0/_0$ige Tinctionsflüssigkeit handwarm gemacht und in diese werden die Schnitte einige Minuten — meist sind schon 2—3 Minuten genügend — gelegt. Hernach werden sie herausgefischt, in eine gewöhnliche „Theekugel" eingesperrt und unter constantem Wasserstrahl vollständig ausgewaschen, so lange, bis kein Farbstoff mehr in's Wasser übergeht. Das Auswaschen muss so lange fortgesetzt werden, um ein späteres Färben der Gelatine*) zu verhüten. Beim Auswaschen der Schnitte hat man selbstverständlich darauf zu achten, dass der Strahl nicht direct auf die Theekugel fällt, da sonst ein Zerreissen der feinen Gewebe zu leicht eintritt. Eine andere Methode, welche nur den Zweck verfolgt, die Gewebetheile zu differenziren, wobei also nur die einen Elemente stärker als die anderen gefärbt erscheinen, ist folgende: Die gut ausgekochten Schnitte werden in eine sehr stark verdünnte Tinctionsflüssigkeit gelegt, welche bis zum ersten Blasenwerfen erwärmt wurde. Darin nun lässt man die Schnitte so lange liegen, bis die Farbe der Flüssigkeit fast ganz verschwunden ist und die Schnitte dunkler gefärbt erscheinen als die Lösung, worauf sie ebenfalls in einer Drahtkugel unter Wasser gut ausgewaschen werden." — Für Doppelfärbungen gibt Dr. V i n a s s a folgende Methode an: Es wird zuerst der Schnitt in jene Tinctionsflüssigkeit gelegt, welche das v e r d i c k t e Z e l l g e w e b e färbt, hierauf muss das Präparat stark ausgewaschen werden und kommt erst dann in das etwas (?) alkalische, auf 100° erwärmte Bad, in welchem sich die Farbe für das P a r e n c h y m befindet." — Die der Arbeit beigegebenen Tabellen enthalten nun eben eine Zusammenstellung der meisten Anilinfarbstoffe in ihrem Verhalten zu Pflanzengeweben und dies ist der schätzenswertheste Theil der Arbeit V i n a s s a's. Wegen der Wichtigkeit für die pharmacognostische Mikroskopie können wir nicht umhin, als Beispiel einen Auszug aus den Tabellen des Dr. V i n a s s a zu geben.

Die von V i n a s s a seiner Arbeit beigegebene Tabelle II gibt eine Uebersicht des chemischen Charakters des betreffenden Anilinfarbstoffes, dessen mikroskopisches Verhalten (wie in der letzten Rubrik der Tabelle I) und dessen für uns minder relevantes Verhalten bei technischer Anwendung, z. B. zur Seiden- und Baumwollfärbung. Im Folgenden eine Probe:

T a b e l l e II.

Farbstoff	Chemisch	Mikroskopisch	Technisch
Phloxin	Resorcinfarbe	Färbt verdickte Zellen roth (nicht haltbar)	Färbt Seide und Wolle ohne Beize, Baumwolle mit Bleiacetat
Deltapurpurin	Amidotetrazofarbe	Färbt parenchymatisches Gewebe schön roth	Färbt Baumwolle direct ohne Beize (subjectiv)
Benzopurpurin B	Amidotetrazofarbe	Färbt parenchymatisches Gewebe braunroth	Färbt Baumwolle roth (im Seifenbade)

Wir sehen hier also das technische und das mikroskopische Verhalten gewissermassen in eine Relation gebracht, es ist aber nicht unsere Sache, diesfalls weiter einzugehen.

Will man nun nach V i n a s s a eine derlei Färbung durchführen, so nimmt man zu der oben beschriebenen Doppelfärbung zwei recht abstechende und in ihrem Verhalten zum Pflanzengewebe differenzirte Farben, z. B. Solidgrün und Deltapurpurin; die Gefässe etc. werden prachtvoll grün, das Parenchym roth tingirt. Bei zu färbenden Wurzelquer-

*) Dr. Vinassa benützt als Einschlussmittel Glyceringelatine, wie dies viele Botaniker thun; über diese und andere Einschlussmittel zur Conservirung von mikroskopischen Objecten als sogen. Dauerpräparate, werden wir weiter unten handeln.

schnitten der Monokotyledones erzielt man eine sehr deutliche Differenzirung der Gewebselemente, die grüne Kernscheide hebt sich prachtvoll von dem rothen Grunde ab. Dr. Vinassa emdfiehlt ferner die Combination von Chrysoidinen mit einem Purpurin. So erscheinen damit bei Strychnos nux vomica die äusseren Zellschichten vom Chrysoïdin bräunlichgelb, die inneren durch Purpurin roth oder durch Benzoazurin violett gefärbt. Bei Radix Peregiae erhielt Vinassa mit Methylenblau und Purpurin treffliche Bilder. Kartoffel- und überhaupt Schnitte von stärkemehlhältigen Knollen kocht man vor der Präparation nicht aus, färbt deren Parenchym roth, deren Gefässe grün und die Stärkekörner mit Jodkaliumlösung blau (alle Färbungen bei niederer Temperatur) und erhält so eine Dreifachfärbung. Die Jodfärbung freilich ist keine fixirbare. — Soviel wollten wir in diesem insbesondere für Pharmaceuten bestimmten Leitfaden der modernen mikroskopischen Technik über die neuesten pharmacognostischen Tinctionsmethoden Doctor Vinassa's sagen und bemerken, dass diese nicht zu complicirten Methoden von jedem in einer Apotheke beschäftigten Leser an den in der Apotheke verfügbaren Drogen mit den in der Apotheke zu Gebote stehenden Mitteln ohne Weiteres geübt werden können. Die Anilinfarbstoffe selbst sind in jedem grösseren Farbwaarengeschäfte in ausreichender Auswahl zu haben.

Irgend ein gutes pharmakognostisches Lehrbuch mit Illustrationen wird dabei zur Deutung des im Mikroskope Geschauten beitragen.

Doppelfärbung pflanzlicher Objecte mit Eosin-Hämatoxylin.

Wir wollen hier noch des Strassburger'schen Eosin-Hämatoxylin, welches schon Stirling, Busch und Renaut angegeben haben, welches aber Strassburger zuerst für Doppelfärbung pflanzlicher Objecte empfohlen hat — Erwähnung thun. Es besteht aus Eosin 0·5 + Alkohol abs. 50 ccm + Glycerin 50 ccm; hiezu setzt man 30 ccm des Delafield'schen Hämatoxylins welches man darstellt, wie folgt — zu:

a)	Hämatoxylin crystallisirt	4·00 gr
	Alkohol absolut	25 ccm
b)	Ammoniakalaun	36·00 gr
	Wasser, destillirt . .	400 ccm
c)	Glycerin	100 „
	Methylalkohol	100 „

Die Lösungen a), b) und c) stellt man getrennt ohne Erwärmen dar und vermischt zunächst a) mit b). Dann lässt man das Gemisch 3—4 Tage offen am Lichte stehen, filtrirt und fügt c) zu, worauf man die Flüssigkeit solange stehen lässt, bis sie eine dunkelbordeauxrothe Farbe angenommen hat. — Nach Zusatz des Delafield'schen Hämatoxylins erhält man eine dunkel-saftgrüne Mischung mit röthlichem Schimmer, die nach einiger Zeit mittelst Glaswolle filtrirt wird und deren Farbe später in Violettroth umschlägt. Man wendet sie nach Behrens' Leitfaden am besten in 25facher Verdünnung an und erhält damit eine Dreifachfärbung von Pflanzengeweben: Das Rindenparenchym, das Holzparenchym und das Mark werden veilchenblau, der Basttheil der Gefässbündel violettroth, die Epidermis, die Sklerenchymlagen und der Holztheil der Gefässbündel nebst den Gefässen fleischroth. Man lässt die Schnitte fünf Minuten in der Tinctur liegen, wäscht in absolutem Alkohol eine Minute lang ab, überträgt den Schnitt sohin in destillirtes Wasser und untersucht in Glycerin, in welchem sich, wenn anders es vollkommen säurefrei ist — die Schnitte einige Zeit in ihrer schönen Doppelfärbung, respective Dreifachfärbung erhalten.

Doppelfärbung pflanzlicher Objecte mittelst Picro-Nigrosin (Pfitzer.) Pikrinsäure in alkoholischer oder wässeriger Lösung mit einigen Tropfen einer ziemlich concentrirten Lösung von Nigrosin in Wasser gibt eine sehr schöne Doppelfärbung; die nicht verholzten Zellen färben sich blaugrau, die verholzten gelb. Diese Flüssigkeit kann übrigens auch zum Härten von pflanzlichen Geweben behufs Fixirung des plastischen Zellinhaltes vor dem Schneiden verwendet werden und liefert dabei gleichzeitig die erwähnte Doppelfärbung. Nach der in einigen

Minuten beendeten Färbung wird der Schnitt in destillirtem Wasser mit einigem Alkoholzusatze abgewaschen.

* * *

Wir haben nun die hauptsächlichsten, zur Färbung von thierischen und pflanzlichen Substanzen in der Mikroskopie angewendeten eigentlichen Tinctionsmittel kennen gelernt, die uneigentlichen, d. h. rein chemisch wirksamen, werden wir bei den mikrochemischen Reactionen ausführlich besprechen; es erübrigt uns nun noch, auf das praktisch wichtigste Gebiet der Tinctionstechnik überzugehen, nämlich auf die Färbung der Spaltpilze, Schizomyceten, wobei namentlich auch die leichtausführbarsten Methoden der mikroskopischen Tuberkelbacillenprobe werden angeführt werden. Alle Methoden anzuführen, dazu fehlt in diesem Leitfaden der Raum und sollten einige neuere Methoden ausgelassen erscheinen, so rechne man es dem Verfasser nicht als allzugrosse Nachlässigkeit an.

Die Tinction der Schizomyceten.

Es frägt sich zunächst, was „Schizomyceten" (Spaltpilze) sind, denn in der Wissenschaft muss man jedes Object, welches man zu behandeln hat, wenigstens einigermaassen kennen. Die Schizomyceten sind kleine, einzellige Lebewesen, welche sich durch Spaltung (Theilung) vermehren, und welche auf der niedersten Stufe organischen Individuallebens stehen; insoferne bekanntlich die tiefststehenden Gruppen der niedersten Vertreter des Thierreiches und jener des Pflanzenreiches zusammenlaufen, ähneln die niedersten Thierformen in einiger Beziehung den Schizomyceten, indem es sowohl chlorophyllhältige Monaden gibt, als auch Bacterien, welche (und zwar ist dies bei weitaus den meisten Formen der Fall) kein Chlorophyll enthalten und in Folge dessen nicht im Stande sein dürften, aus Kohlensäure sich den Kohlenstoff durch Zerlegung des CO_2 zu assimiliren, sondern gleich den Thieren auf directe Sauerstoffzufuhr angewiesen sind. Aber auch darin, dass viele Bacterienarten (z. B. Bacterium termo, Cholerabacillus, Micrococcus agilis) eine Eigenbewegung mittelst Geisselfäden haben, ähneln sie gleich vielen Pflanzensporen den Thieren. Auch der Umstand, dass sie schliesslich auf einen geeigneten Nährboden gebracht, daselbst gleich Schimmelpilzen zu ganzen Colonien auswachsen, konnte noch nicht massgebend sein, sie zu den Pflanzen zu stellen, denn wir kennen zahlreiche Thiere, namentlich niedere Seethiere, welche nach einem Schwärmerstadium festwachsen und dann blos ein mehr vegetatives Dasein führen (z. B.: Bourgainvillia ramosa, der ästige Röhrenpolyp); vielmehr dürfte eine gewisse morphologische Verwandtschaft mit den Hefepilzen (Sprosspilzen), an welche sie sich im entwicklungsgeschichtlichen System des Pflanzenreiches nebst anderen niederen Pilzen anreihen lassen, hiezu massgebend gewesen sein.

Früher hat man die meist verbreiteten Bacterien, ihrer Eigenbewegung halber, für Thiere gehalten und der berühmteste Mikroskopiker der späteren Renaissance, der Holländer Leeuwenhoek, hat sie 1683 bereits in Aufgüssen auf Heu und im Zahnschleime seines Mundes mit Hilfe sehr stark gekrümmter und sehr kleiner Linsen, also mit dem damals allein brauchbaren einfachen Mikroskope beobachtet und nachgezeichnet. Seit dieser Zeit sind zwei Jahrhunderte vergangen, bis man wieder auf Grund der bahnbrechenden Entdeckungen Pasteur's sich mehr mit diesen kleinsten Lebewesen zu beschäftigen begann, aber ein natürliches, auf wesentlichen morphologischen und biologischen Unterscheidungsgründen aufgebautes System der Spaltpilze aufzustellen, ist bisher nicht gelungen.

Die Eintheilung in Stäbchenbacterien (Bacillen), Schraubenbacterien (Spirillen) und Kugelbacterien (Coccen) ist eine rein morphologische und rührt von Ferdinand Cohn her, welcher sie 1872 aufstellte, und welche auch heute noch wegen ihrer Augenfälligkeit, namentlich für den Mikroskopiker, ihre Brauchbarkeit nicht verloren hat. Wir bilden in Fig. 85 diese drei charakteristischen Formen ab.

Diese drei Hauptformen erschöpfen jedoch keineswegs die Formen der Schizomyceten, vielmehr hat Dr. Cohn a) noch eingetheilt in α) bacterium (kurzes Stäbchen) und β) bacillus im engeren Sinne (langes Stäbchen, mehr fadenartig) b) in α) vibrio, d. h. die wellig gelockten Fäden,

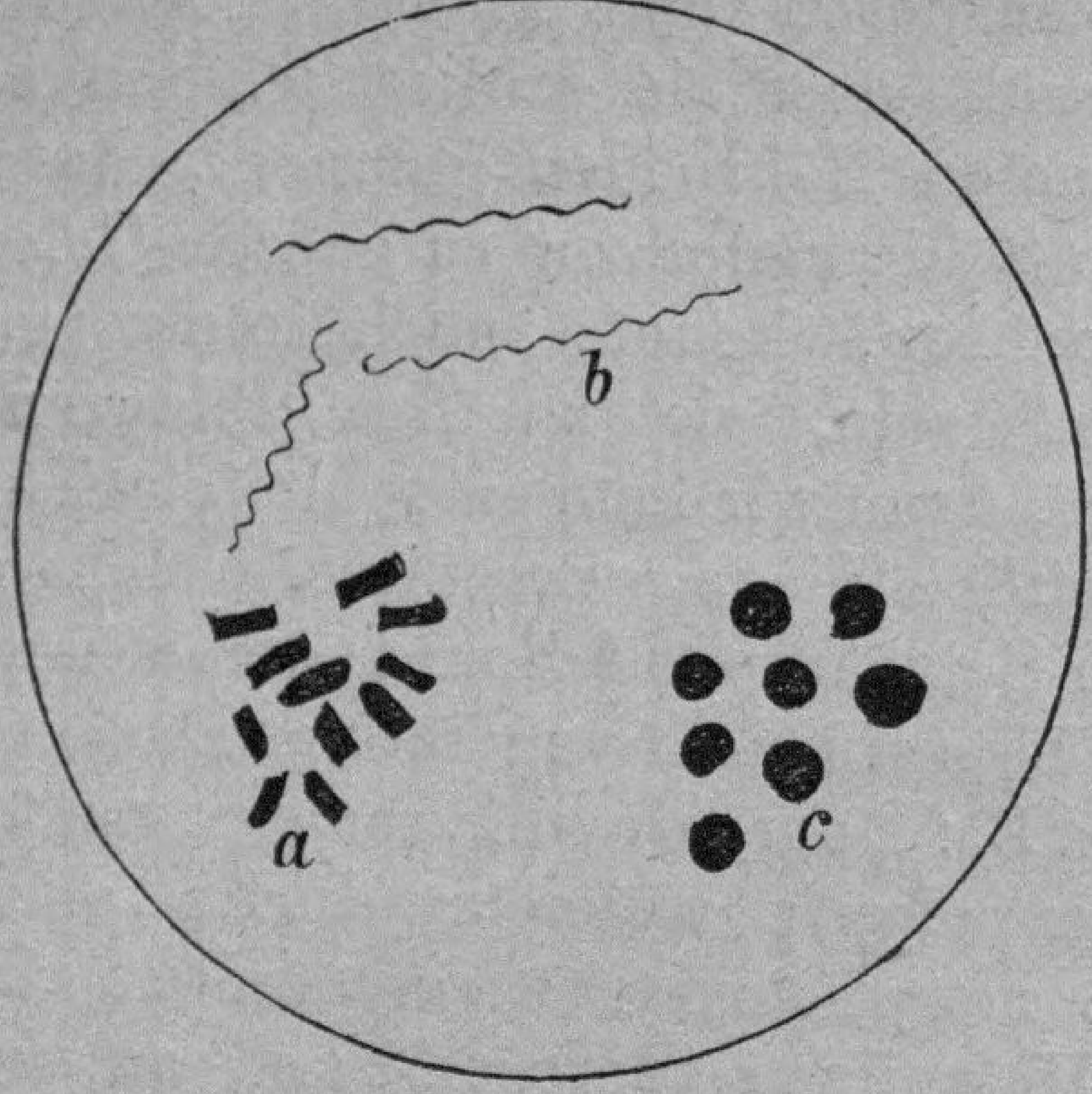


Fig. 85.

in β) spirillum, die kurzen, steifen Schrauben und γ) spirochaete, die langen biegsamen Spiralen; wir kennen also nach Cohn im Ganzen sechs Formen der Bacterien (synonym mit Schizomyceten): 1. Mikrococcus; 2. Bacterium; 3. Bacillus; 4. Vibrio; 5. Spirillum; 6. Spirochaete.

Zu den Mikrococcen ist zu bemerken, dass es sowohl kugelrunde, als ovale und elliptische Formen gibt. Damit ist aber die Zahl der Formen durchaus nicht erschöpft, da es z. B. bei der Form Bacillus dicke und dünne, geradgerichtete und gebogene gibt. Die Kommabacillen der Cholera sind eigentlich der Form Vibrio angehörig, da sie kurze, verhältnissmässig dicke, kommaartig gebogene Spaltpilze darstellen.

Was die Dimensionen der Bacterien anbelangt, sind selbe sehr verschieden. Die Dicke der Bacterien ist eine sehr variable; von Bruchtheilen eines tausendstel Millimeters (bekanntlich in der Mikroskopie kurz Mikron „μ" genannt) bis zu 1·3 bis 1·5 μ, ja bei manchen fadenförmigen Bacillen (aus menschlichen Fäcalien z. B.) sogar bis zu 2 und 3 μ schwankt der Querschnittsdurchmesser.

Derlei dicke Bacillen sind aber auch von sehr erheblicher Länge und überdiess Ausnahmen. Meist ist die eintausendstel Millimeter nicht übersteigende Dicke für die Schizomyceten als solche charakteristisch und lässt sie leicht von Hefepilzen und dergleichen unterscheiden.

Wir haben bereits erwähnt, dass die Bacterien einzellige Organismen sind, d. h. den Werth einer einzelnen Zelle haben (ähnlich wie die meisten niedersten Organismen); man hat sich nun gefragt, was die Rolle des Kernes bei diesen Zellen spielt und man hat durch neuere tinctionstechnische Untersuchungen bis zu einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit festgestellt, dass das Protoplasma derselben den Kern darstellt und eine Membran den Protoplasmakörper umkleidet, während bei den sonstigen protoplasmatischen Pflanzenzellen der Kern geradezu vom Protoplasma umgeben erscheint. Bekanntlich färben sich die Kerne der Pflanzenzellen mit sogenannten kernfärbenden Stoffen, z. B. Carmin und den oben ausführlich behandelten kernfärbenden basischen Anilinfarben; davon ausgehend, dass diese kernfärbenden Stoffe das Protoplasma der Bacterien ausnahmslos (wenn auch mitunter, wie z. B. bei den Tuberkelbacillen erst nach Anwendung complicirterer Beizen) färben und nach maximaler Entfärbung gefärbt lassen — hat man, wie oben gesagt, geschlossen — dass der Protoplasmakörper den Kern der Bacterienkörper bildet. Die erwähnte Membran bleibt ungefärbt uud ist daher nur mit sehr starken Linsen zur Anschauung zu bringen; mit guten Immersionssystemen hat man gefunden, dass die Membran nach aussenhin in eine schleimige, in Wasser quellbare Hülle übergeht. Liegen nun viele Bacterien an einander in einer Flüssigkeit, so verschmelzen, respective verquellen diese schleimigen Hüllen mit einander zu einer Gallertmasse, in welcher die Bacterien in meist regelmässigen, durch die gedachten Gallerthüllen gegebenen Abständen eingelagert sind. Solche von Schleim umgebene, ruhende Bacterienmassen bezeichnet man mit dem Ausdruck Palmella und diese Art des ruhenden Zustandes als Zoogleastadium. Die Membran selbst besteht in der dem Protoplasmaleibe anliegenden Schichte aus einer ziemlich festen und starren celluloseartigen Substanz, weshalb man von den Bacterien in Stäbchenform oft von „starren Stäbchen" reden hört und liest. Dies ist aber cum grano salis zu nehmen. Dr. Carl Günther in Berlin und viele andere Mikroskopiker, welche lebende, eigenbewegliche Bacterien beobachteten, konnten wahrhehmen, wie sich manche anscheinend starre Bacterien bei ihrem Ortswechsel durch enge Canäle

durchdrängten, wobei ihr anscheinend starrer Leib nachgab, jedoch nach Passirung des engen Raumes wieder in die ursprüngliche Form zurückkehrte.

Die Schizomyceten vermehren sich durch a) Spaltung, b) durch Sporenbildung. Insoferne dadurch das Aussehen unter dem Mikroskope modificirt wird, müssen wir hier auf diese Vermehrungserscheinungen eingehen. Die sogenannte Spaltung ist nicht etwa eine Längstheilung, wie wenn man Holz spaltet, sondern eine Quertheilung durch Einschnürung eines in die Länge gewachsenen Individuums, wie man selbe auch bei niedersten thierischen Organismen findet. Ist die Einschnürung bis zur Trennung gediehen, so können die Individuen nebeneinander liegen bleiben und kettenartige Verbände bilden, wie Fig. 86 zeigt,

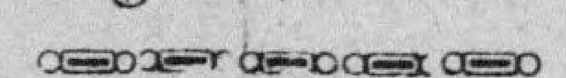


Fig. 86.

oder bei Mikrococcen perlschnurartige Gebilde, ähnlich Halsketten (στρεπτα), daher Streptococcen genannt, wie Fig. 87 an dem berüchtigten

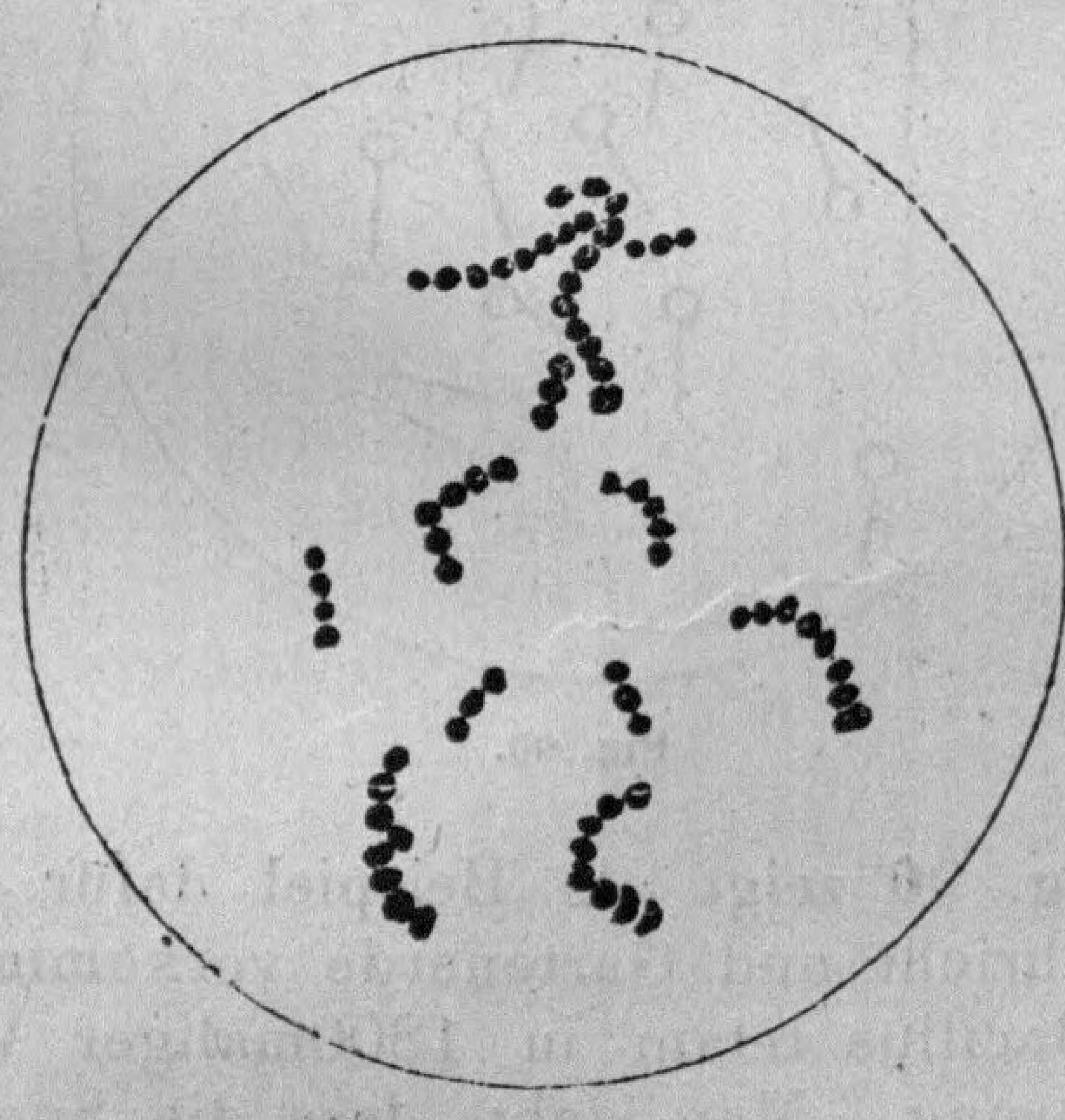


Fig 87.

Streptococcus pyogenes in dem Eiter der Wundrose in 1500facher Linearvergrösserung zeigt.

Es gibt auch Mikrococcen, welche gewöhnlich zu zweien beisammen liegen, sogenannte Diplococcen. Figur 88 zeigt uns in 1800facher Linearvergrösserung den von einer sehr deutlichen Gallerthülle, einer sogenannten „Kapsel“ umgebenen Diplococcus pneumoniae, wegen der deutlich lancettförmigen Gestalt, der einzelnen Individuen auch Diplococcus lanceolatus benannt, welcher verdächtig ist, die infectiöse Lungenentzündung zu veranlassen, in zahl-

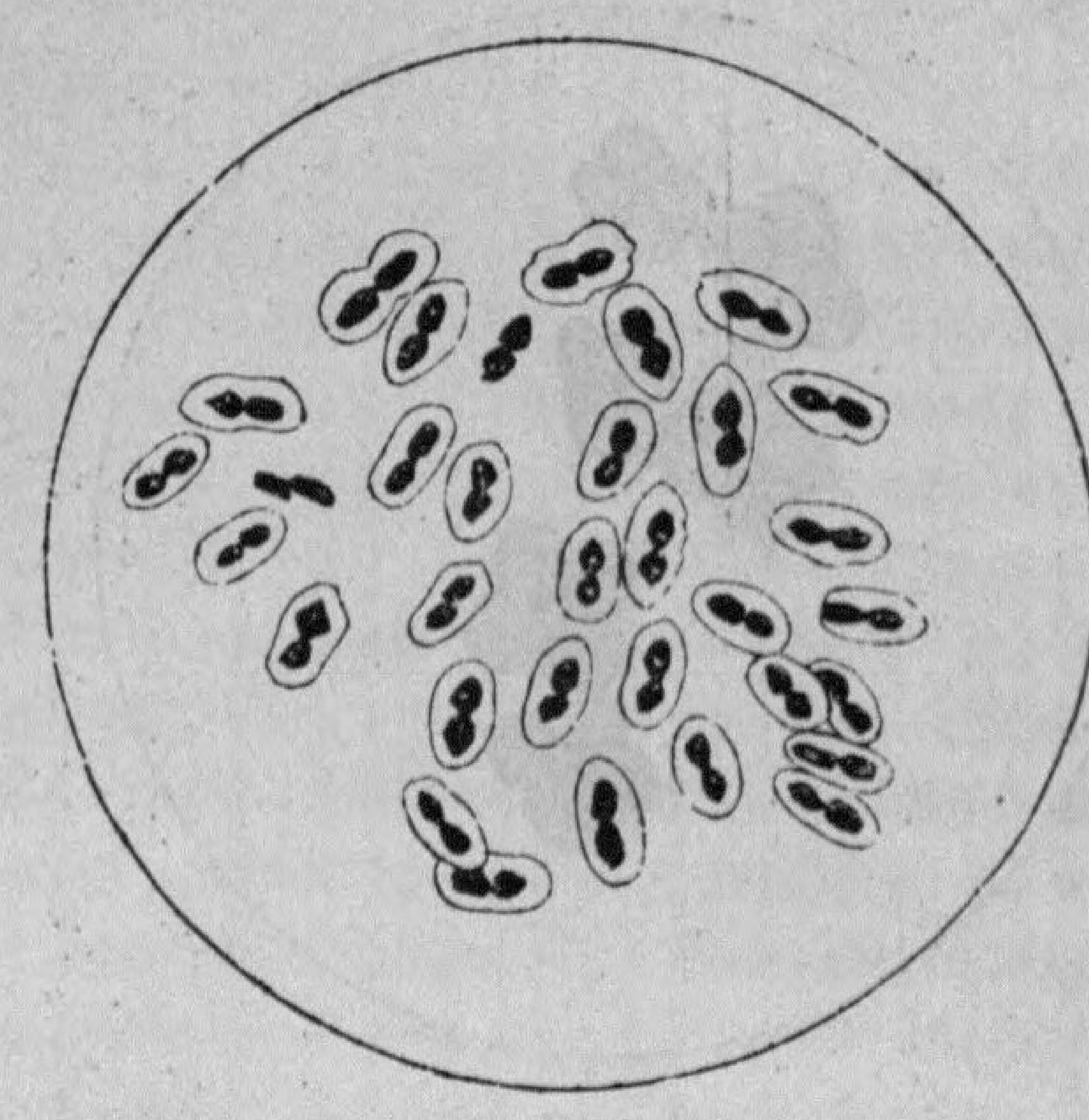


Fig 88.

reichen Exemplaren, welche einem lebenden Menschen, der an Pneumonie litt, dadurch entnommen wurde, dass man das mit der Lungenentzündung complicirte pleuritische Exsudat mittelst einer spitzigen Röhre („Troïcart“) angestochen („punktirt“) und entleert hat. In der entleerten Flüssigkeit fanden sich die gedachten Diplococcen, welche mit dem ebenfalls in der entzündeten Lunge anzutreffenden Baccillus pneumoniae Friedländer die Kapseln gemeinschaftlich haben, dagegen von letzterem durch die geringere Grösse und lancettförmige Gestalt sich unterscheiden. Diese Kapseln sind in Schnitten von natürlich todten Lungen viel schwerer zur Anschauung zu bringen, und wenn man diese Diplococcen durch sogenannte „Impfung“ auf Gelatineplatten überträgt (sogenannte Impfcultur), so fehlen den so künstlich gezüchteten Diplococcen die Kapseln anscheinend ganz.

Nicht alle Coccen theilen sich in der Richtung weiter, in welcher die ursprüngliche Theilung erfolgte; manche theilen sich zum zweiten Male in einer auf die erste Theilungsrichtung senkrechten Richtung. Es entstehen dann aus dem ursprünglichen Coccus drei weitere Coccen, also zusammen vier, welche dann ähnlich liegen, wie die Augen auf der Viererseite eines Würfels (Tetragenus), nur näher bei einander. Liegen diese Coccen nach der Theilung so nahe bei einander, dass sie noch verschmolzen scheinen, so spricht man von Tafelcoccen, sogenannten Merismopedien und diese Form ähnelt sehr einem verschnürten Packet.

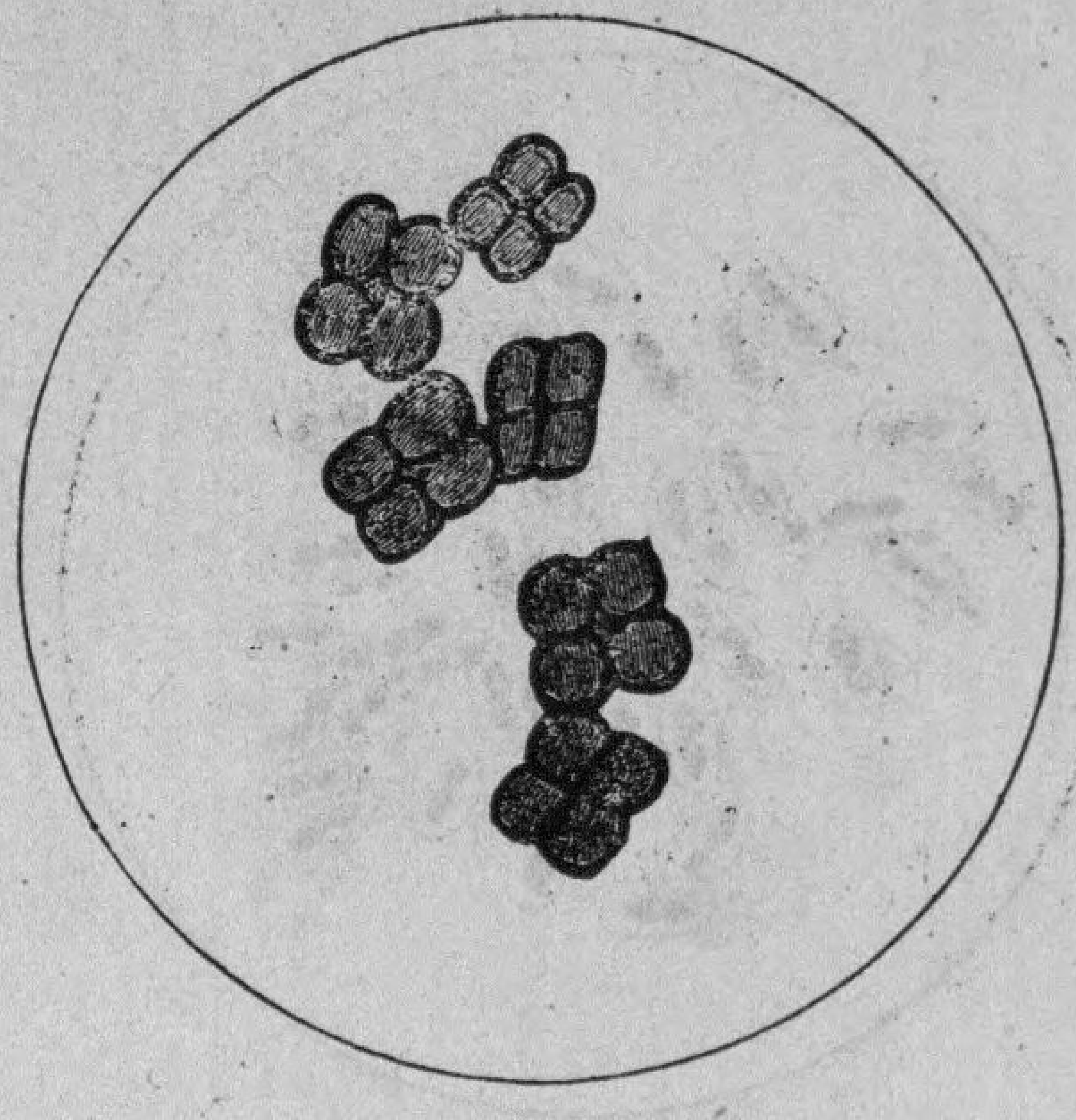


Fig. 89.

Fig. 89 zeigt uns als Beispiel die in der Luft lebende gelbgrüne Sarcine in 1800facher Linearvergrösserung. Aehnliche Formen kommen in der Lunge und im Magen des Menschen vor. Bacterien, welche so wie die Sarcine einen Farbstoff in sich schliessen, heisst man chromogene. Manche theilen den Farbstoff den Nährböden, auf denen sie leben, in auffallender Weise mit, wie der berüchtigte Micrococcus prodigiosus (früher für eine Monade gehalten, Monas prodigiosa Ehrenberg), welcher auf festen Nährböden vegetirt und im Mittelalter, wenn er auf geweihten Hostien vorkam, als Blut gedeutet wurde, welches die Juden durch Durchstechen des heiligen Leibes mit Nadeln hervorgerufen hätten, worauf blutige Judenverfolgungen eintraten.

In ähnlicher Weise chromogen ist der Bacillus der blauen Milch, Bacillus cyanogenus, welcher die Milch in Gefässen oft plötzlich intensiv blau färbt.

Ob diese Farbstoffe, ähnlich wie das bei einigen Bacterien sicher beobachtete Chlorophyll, physiologische Bedeutung haben oder blos Ausscheidungsproducte darstellen, ist controvers. Wahrscheinlich ist bei einigen Bacterien das Erstere, bei anderen das Letztere der Fall.

Seltener als die Vermehrung durch die besprochene Spaltung tritt die Vermehrung durch sogenannte Dauersporen ein. Wird nämlich der Nährboden oder die Temperatur, unter welcher die Bacterien am besten gedeihen (das sogenannte Temperaturoptimum) ungünstig verändert, so sterben die Bacterien entweder unter Aufblähung der Zellen, Bildung von Hohlräumen (Vacuolen), Verschwimmen und Zerfliessen der Zellhülle (Zellmembran) ab (Involutionserscheinungen) oder aber sie bilden vorher Dauersporen, welche viel widerstandsfähiger sind, als die Mutterzelle und welche, in günstige Verhältnisse gebracht, zu einem durch Spaltung vermehrenden Spaltpilz auskeimen. Ist die Dauerspore gebildet, so zerfällt die Mutterbacterie. Am häufigsten kommt Sporenbildung bei den Bacillus-Formen vor, seltener bei den anderen (z. B. vereinzelt bei Spirillum). Je nach ihrer Stellung im Mutterleibe — wenn man so sagen darf — gibt es mittelständige und endständige Dauersporen. Bei letzterer Sporenbildung kommt es vor, dass die Spore grösser ist als der Durchmesser des Bacillus und es ergibt sich daraus die eigenthümliche Trommelschlägelform.

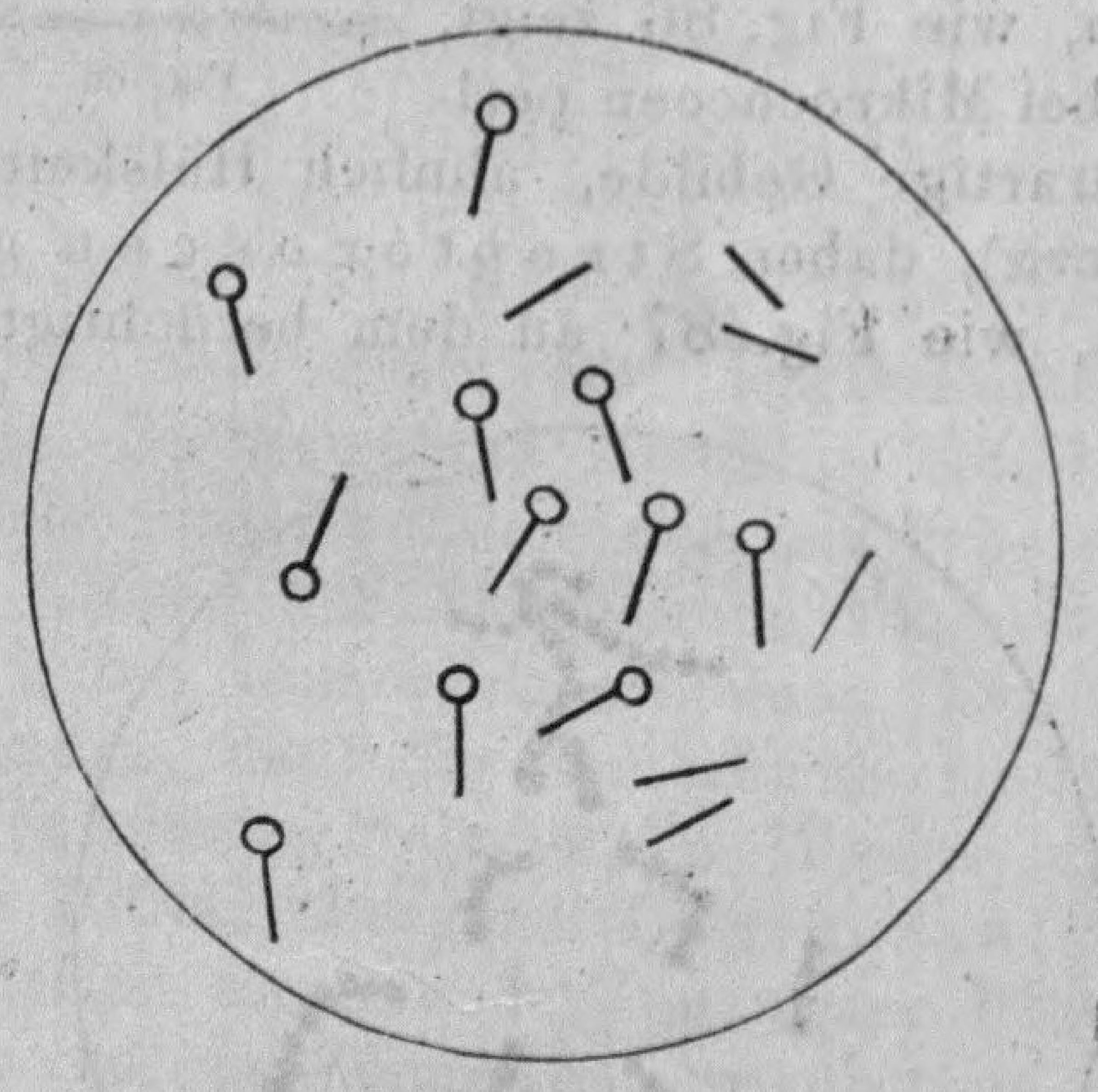


Fig. 90.

Fig. 90 zeigt als Beispiel dafür den in Kehricht und Gartenerde vorkommenden Bacillus tetani in 1800maliger Vergrösserung. Man sieht, dass die Sporen dieses den fürchterlichen Wundstarrkrampf veranlassenden Schizomyceten endständig sind und gleich allen Sporen einen eigenthümlichen, öltropfenartigen Glanz besitzen. Auf die Details der Sporenbildung, sowie der Bacteriologie überhaupt einzugehen, fehlt hier der Raum, doch wird, einem modernen Bedürfnisse Rechnung tragend, im Verlaufe dieser Arbeit noch öfter die Gelegenheit geboten und benützt werden, einzelne bacteriologische Manipulationen am gebotenen Orte zu besprechen, so z. B. bei der Behandlung der Beobachtung lebender Organismen mit dem Mikroskope, auch der Beschaffung und Züchtung lebenden

Bacterienmateriales gedacht werden. Hier, wo es sich um eine Darstellung der Färbetechnik der Schizomyceten handelt, musste wenigstens das wichtigste Detail der morphologischen Verhältnisse dieser Lebewesen erörtert werden. An den modernen, mit einem guten Mikroskope ausgerüsteten Apotheker tritt oft, namentlich auf dem Lande, seitens Privat- und Amtsärzten, denen nicht immer Zeit und Gelegenheit zu derlei Untersuchungen geboten ist, die Nothwendigkeit heran, schon aus Gefälligkeit bacteriologische Untersuchungen, so namentlich solche auf Tuberkelbacillen im Sputum vorzunehmen und je versirter derselbe dann dem Arzte gegenübersteht, desto mehr wird der Letztere den Apotheker als ebenbürtigen Helfer in der naturwissenschaftlichen Heilkunde ansehen und in seiner Interessensphäre respectiren müssen.

Wenn also in den folgenden Zeilen manchmal anscheinend etwas zu viel über den Rahmen eines rein technischen Leitfadens hinausgegriffen und theilweise controverse diagnostische Fragen erörtert werden sollten, rechne man dies dem Verfasser dieser Arbeit nicht zu schwer an.

Die nächsten Fortsetzungen werden uns mit den färbetechnischen Entdeckungen eines Koch, eines Gram, Weigert, Ehrlich u. a. Geistesheroen bekannt machen und uns dann in das Krankenzimmer führen, wo unser manche bange Frage harrt, die wir mit dem Mikroskope und den Anilinfarben zu beantworten vermögen.

Das Deckglastrocken-Präparat.

Die Bacterien sind, wie wir aus dem Vorigen entnehmen konnten, etwas Lebendes; zahlreiche von diesen pflanzlichen Organismen haben eine Bewegung und wir werden bei Besprechung der Beobachtung lebender Objecte in diesem Leitfaden auch auf die Beobachtung lebender Bacterien zu sprechen kommen; hier haben wir es mit dem leichter zu beobachtenden todten Object zu thun und wir müssen uns fragen, wie es uns gelingt, kleine Mengen Bacterien einzufangen, zu tödten und der durch die Färbung erleichterten, ja manchmal ganz und gar bedingten mikroskopischen Wahrnehmung zugänglich zu machen. Das Verfahren, welches hiezu der geniale Koch schon Ende der 70er Jahre unseres seiner Vollendung zueilenden Saeculums angegeben hat — ist ein äusserst einfaches und leicht durchzuführendes und eignet sich für alle Untersuchungen auf das Vorkommen von Bacterien in Flüssigkeiten; da aber Wasser, Pflanzen-Infuse und -Decocte, Eiter, Gewebssäfte, Speichel, Blut u. s. w., welche ja meist zur bacteriologischen Untersuchung in diagnostischer und hygienischer Beziehung vorzuliegen pflegen, Flüssigkeiten sind, anderntheils Staub, Erde, Sand etc. leicht mit Flüssigkeiten angerührt werden können — ja sogar Luft, indem man sie durch bacterienfreies („sterilisirtes")*) Wasser durchtreibt, gezwungen werden kann, die in ihr suspendirten Bacterien an das flüssige Medium abzugeben — so erhält die Koch'sche Methode die weitgehendste Verwendbarkeit. Das Wesentliche an dieser Methede ist die Auftrocknung eines winzigen Tröpfchens der bacterienverdächtigen Flüssigkeit auf einem Deckglase, das ist die sogenannte Herstellung eines Deckglastrockenpräparates, wobei unter Einem, wenigstens in sehr vielen Fällen, die Tödtung der Bacterien, jedenfalls aber deren Fixirung erreicht wird.

Die ganze Manipulation lässt sich durch ein Uebungs-Beispiel leicht begreifen.

Wir wollen z. B. unsere eigene Mundflüssigkeit auf Bacterien untersuchen und zwar blos im Allgemeinen, ohne specielle Rücksichtname auf Tuberkelbacillen.

Zu diesem Zwecke nimmt man ein Stückchen nicht zu dünnen Platindrathes von 3 cm Länge und ein ca. 15—20 cm langes Glasröhrchen von derselben Weite, wie man sie allgemein bei chemischen Arbeiten zu verwenden pflegt, macht in einem Bunsenbrenner das eine Ende des Glasröhrchens glühend, dann lässt man, während das Röhrchen glüht, auch das Platindrathstückchen erglühen, schiebt es in die Oeffnung des Glasröhrchens auf $^1/_2$ cm ein, zieht es dann etwas heraus und lässt das Ganze langsam erkalten.

*) Davon später.

Damit hat man sich eines der wichtigsten Behelfe des Bacteriologen, die Platinnadel, selbst angefertigt.

Hat man dieses Werkzeug fertig, so fasst man mit einer Pincette ein wohl gereinigtes Deckgläschen an und erhitzt es rasch über der Spiritus- oder Bunsenflamme, um die letzten Spuren von Unreinigkeiten und die nach dem L e i b e n f r o s t'schen Principe auf dessen Oberfläche verdichteten und adhärirenden Dämpfe zu vertreiben, glüht dann, während man das Deckgläschen an der Luft langsam erkalten lässt, die Platinnadel an ihrer Spitze bis zum Weissleuchten aus, entnimmt mit der so „sterilisirten", d. h. von etwa daran haftenden Bacterien befreiten Nadel der eigenen Mundflüssigkeit ein stecknadelkopfgrosses Tröpfchen und verstreicht dieses mit der Nadel auf dem Deckgläschen zu einer gleichmässigen Schichte, welche man zunächst an der Luft trocknen lässt. Um nun zu vermeiden, dass bei der nachträglichen Färbung mit wässerigen basischen Anilinlösungen Theile der aufgetrockneten Schichte und damit auch Bacterien herabgespült werden, muss man die Bacterien durch Erhärtung der eiweisshältigen Gallerte, welche sie mehr oder minder stets umgibt, fixiren und dies geschieht durch Erhitzung auf circa 120° Celsius. Hiezu genügt es, wenn man nach K o c h das Deckglas mit der Pincette fasst und die aufgestrichene Schicht nach o b e n gekehrt in horizontaler Richtung das Deckglas 3—4mal durch die nichtleuchtende Flamme eines Bunsenbrenners oder einer Spirituslampe hindurchzieht. Dies soll nach K o c h etwa mit derselben Geschwindigkeit geschehen, mit der man Brod schneidet. Diese Angabe ist aber etwas zu unbestimmt, da, wie sich Verfasser dieses überzeugt hat, es Leute gibt, die schnell Brod schneiden, während andere dies gemächlich und langsam thun.

J o h n e, welcher bei K o c h die sogenannten Choleracurse hörte, hat denn auch in seinem Buche „Ueber die Koch-schen Reinculturen und die Cholerabacillen" Leipzig 1885, Seite 19, die Schnelligkeit der Bewegung bei Anfertigung der Trockenpräparate dahin präcisirt, dass man dabei mit der Hand dreimal in einer zur Tischplatte, auf welcher der Bunsenbrenner oder die Spirituslampe steht, senkrechten Ebene einen Kreis von einem Fuss Durchmesser, zu dessen Zurücklegung die Hand genau eine Secunde braucht, beschreibt.

Eine zu starke Erhitzung würde die Färbbarkeit der angetrocknten Bacterien vernichten, eine zu geringe würde die Gefahr, dass bei der Färbung die bacterienhältige Schichte abgespült werden würde, nicht beseitigen.

Deshalb ziehen es exacte und dabei nicht allzu geschickte Präparatoren vor, das lufttrockene Deckglas in einen Trockenschrank, dessen innere Luft 120° C. aufweist, auf circa 10 Minuten einzulegen. Wer aber zur Anfertigung eines in seiner Einfachheit die ganze Genialität K o c h's offenbarenden Trockenpräparates erst einen Trockenschrank braucht, der lasse das Mikroskopiren lieber sein. Man erlangt nämlich bei einiger Dexterität (und wer solche nicht besitzt, ist zum Mikroskopiker nicht geboren) gar bald das nöthige Gefühl in der Hand, um einerseits nicht zu überhitzen, andererseits die sichere Fixirung zu erzielen.

Darauf aber ist zu sehen, dass die Bewegung des Armes jener Hand, welche das Deckglas durch die Flamme „zieht", wie der technische Ausdruck lautet, eine gleichmässige sein muss und namentlich in der Flammenathmosphäre keine, sei es auch nur secundenlange Unterbrechung erfahren darf, soll nicht das Gelingen des Präparates in Frage gestellt werden. Ist die Erhitzung sachdienlich vollendet, so ist das Präparat zur Färbung bereit.

Diese erfolgt mit irgend einem der oben besprochenen kernfärbenden, basischen Anilinfarbstoffe; am meisten in Gebrauch sind hiezu: Fuchsin, Gentianaviolett, Methylenblau und Vesuvin (identisch mit Bismarckbraun). Diese Farbstoffe hält man sich für die Färbung der Trockenpräparate vorräthig, jedoch nicht in zum Gebrauche fertigem Zustande, da sie in w ä s s e r i g e r Lösung angewendet werden müssen und wässerige Lösungen leicht schimmeln oder körnige Niederschläge ausstossen. Am besten hält sich noch in wässeriger Lösung Methylenblau, dem man einige Tropfen Phenol, behufs Hinderung der Schimmelbildung, zusetzt. Die anderen Farbstoffe löst man in starkem

Alkohol und hält sie gut filtrirt vorräthig. Zum Gebrauche nimmt man dann auf 10 ccm Aqu. dest. je ein 1 ccm der betreffenden alkoholischen Vorrathslösung, muss sich also die gebrauchsfertige Lösung von Fall zu Fall bereiten.

Man legt sohin das nach der Erhitzung abgekühlte Deckglas mit der Pincette auf einen weissglasirten Porzellanteller so auf, dass die Bacterienschichte oben liegt, entnimmt mit einem Pipettchen einer der obigen Flüssigkeiten einen Tropfen und lässt ihn aus einer Höhe von 1 cm auf das Deckglas fallen; ist das Deckglas von grosser räumlicher Ausdehnung, wird man oft mehrere Tropfen auffallen lassen müssen. Hat der Tropfen 3—5 Minuten auf der Schicht gelegen, nimmt man eine Spritzflasche mit destillirtem Wasser und spritzt, mässig blasend, aus einer Höhe von 1 cm einen Strahl auf den Farbtropfen am Deckglase, bis dieser ganz weggespült ist. Darauf neigt man den Teller, lässt die färbige Spülflüssigkeit abfliessen, gibt oben wieder mit der Spritzflasche einen Strahl Wasser gegen den Tellerrand, bis das Deckglas flottirt, hebt es dann mit dem Spatel oder der Pincette vom Teller, wischt die leere Seite mit Filtrirpapier rein ab und entfernt das noch auf der mit der getrockneten und gefärbten Schicht versehenen Seite befindliche Wasser durch Blasen mit einem zugespitzten Glasrohre, während das Deckglas auf reinem, weissen Filtrirpapier liegt. Man erkennt jetzt deutlich eine Art färbiger Wolke auf dem Deckglase. Nunmehr nimmt man einen ganz reinen Objectträger, bringt in die Mitte desselben einen Tropfen Canadabalsams, Nelkenöls, reinen Olivenöls, Glycerins oder sonst einer stark brechenden Flüssigkeit und legt das Deckglas mit der gefärbten Schicht nach unten unter möglichster Vermeidung von Luftblasenbildung auf den Tropfen auf. Nunmehr betrachtet man das Präparat entweder mit einem starken Trockensystem oder noch besser mit einer Immersion, am besten mit einer homogenen Oelimmersion. Dabei entfernt man, wenn man keinen Condensor oder keinen A b b é-schen Beleuchtungsapparat hat, jedenfalls alle Blenden und beleuchtet mit dem Hohlspiegel; hat man einen A b b é'schen Beleuchtungsapparat, so beobachtet man zunächst bei offenem Condensor, so dass, wie oben bei den Beleuchtungsapparaten ausgeführt wurde, die Structuren ganz ausgelöscht werden und die Farben, resp. die gefärbten Objecte deutlich hervortreten.

Man wird dann landkartenartig gefärbte Flecke wahrnehmen und dazwischen die charakteristischen Bacterien in den oben geschilderten Formen.

Bei längerer Betrachtung wird es immer gut sein, den A b b é'schen Beleuchtungsapparat mit der nächst engeren Blende etwas abzublenden. Es tritt dann nicht nur die Structur der in unserem Beispiel sichtbaren Plattenepithelzellen, Speichelkörperchen etc. besser hervor, sondern auch die Leiber der Bacterien zeichnen sich besser und schärfer ab. Die medicinischen Bacteriologen hängen alle an dem Grundsatze, dass man Farbenbilder der Bacterien stets mit offenem Condensor, ohne alle Blenden, beobachten müsse, aber dies ist, wie B e h r e n s mit Recht in seinem „Leitfaden der Mikroskopie" erklärt, „ein grober Unfug."

An den in bacteriologischen Werken vorfindlichen Photographien sieht man zu oft, wie sehr die scharfe Contourirung durch eine passende Abblendung unbeschadet der Hervorhebung des Structurbildes hätte gewinnen können! Handelt es sich natürlich um etwas dickere Schnitte, in denen Bacterien mittelst Isolir-Färbung gefunden werden sollen, dann lasse ich ja gern den offenen Condensor behufs Aufhebung des Structurbildes gelten (wenn auch hier die Regel, dass die mässigste Beleuchtung, die in einem mikroskopischen Bilde alle Details erkennen lässt, die beste ist) — bei Trockenpräparaten jedoch niemals und stimmen mir hierin zahlreiche namhafte Optiker bei. Je besser der A b b é'sche Beleuchtungsapparat ist, je grösser seine Apertur und jene des zur Beobachtung benützten Systems ist, desto nothwendiger erscheint bei so zarten Objecten eine zweckentsprechende Abblendung, die in der Weise erfolgt, dass man bei ganz offenem Condensor zu beobachten beginnt und nun nachdem die günstigste Spiegelstellung gefunden ist, eine engere Blende in den Condensor einlegt, beziehungs-

weise die Irisblende verschiebt, bis die Contouren der Bacterien scharf erscheinen, ohne Diffractionssäume zu zeigen, welch' letztere der Anfänger leicht mit den Gallerthüllen mancher Schizomyceten verwechseln könnte. Bei solchem Vorgange wird man Sporen, Hohlräume u. dgl. in den Schizomyceten bei Trockenpräparaten viel besser wahrnehmen, als wenn man den nebelerzeugenden, vollen Lichtkegel des unabgeblendeten Condensors auf die zarte Schicht des Trockenpräparates einwirken lässt. („Princip der maximalen Beleuchtung.") Und nun zurück zu unserem Präparate.

Wir werden in demselben beiläufig folgendes Bild wahrnehmen: Zwischem mehr weniger zahlreichen Plattenepithelien werden sich runde Körperchen, Speichelkörperchen und dazwischen die verschiedenartigsten Bacterienformen präsentiren, wenn wir nicht gerade den Mund mit einem Antisepticum gereinigt haben. Es werden fast alle oben beschriebenen Bacteriengrundformen zu sehen sein. Namentlich oft und zahlreich ist der sogenannte Mundbelagpilz Lepthotrix buccalis vertreten, welcher auch Bacillus buccalis heisst und unverzweigte, scheinbar ungegliederte Kurz- oder Langfäden bildet und als Urheber der Zahncaries gegolten hat und vielfach heute noch dafür gilt; dazwischen finden wir zahlreiche Vibrionen, kurze, gebogene Stäbchen so z. B. Vibrio lineola und längere, äusserst zarte, dem berüchtigten Spirillum des Rückfalltyphus sehr ähnliche Spiralen, ganz wie sie Fig. 88 b auf Seite 554 zeigt.

Aehnliche Trockenpräparate können wir aus allen möglichen flüssigen Substanzen unter Einhaltung vorgeschilderter Arbeitsweise herstellen; wie sie dauernd zu conserviren sind, wird bei der Herstellung der Dauerpräparate weiter unten besprochen werden.

Wir haben erwähnt, dass bei der vorgeschilderten Methode auch andere im Präparate enthaltene Objecte, nicht nur die Bacterien, gefärbt werden und, sind solche Zellkerne-enthaltende Substanzen in grösseren Mengen im zu untersuchenden Material vorhanden, so können sie, da sie ja von den kernfärbenden Substanzen mitgefärbt werden, auch unter Benützung des structurauslöschenden A b b é'schen Beleuchtungsapparates die Beobachtung der Bacterien stören.

Man hat deshalb nach Methoden gesucht, welche diesem Uebelstande dadurch steuern, dass blos die Bacterien mit einer bestimmten Farbe gefärbt werden, die anderen Dinge, z. B. Epithelzellen, Speichelkörperchen u. dergl. nicht. Man sieht dann nur die Bacterien gefärbt, die anderen Objecte sind farblos, beziehungsweise verschwinden sie bei Anwendung des A b b é'schen Beleuchtungsapparates gänzlich.

Es kann aber auch vorkommen, dass man die relative Lage der Schizomyceten, z. B. ihre Einlagerung in Eiterzellen u. dergl. feststellen will, dann will man die Structuren nicht verlöschen und doch die Bacterien sehen. Man greift dann zu einem Kunstgriff, indem man die Bacterien zuerst isolirt färbt und dann die Structur mit einem anderen Farbstoffe wie gewöhnlich nachfärbt. Zum Beispiel man färbt im Speicheltrockenpräparat die Bacterien allein mit einer später näher zu besprechenden Gentianaviolett-Lösung schön veilchenblau und alles Andere bleibt farblos, also auch die Epithelien, Speichelkörperchen u. dgl., und dann färbt man auf gewöhnliche Weise diese letztgenannten Objecte mit einer wässerigen Lösung von Vesuvin braun. Beobachtet man dann in entsprechender Weise, so sieht man die veilchenblau gefärbten Bacterien sich von den anderen Objecten, welche gelbbraun gefärbt erscheinen, scharf abheben, und kann die relative Lage der Schizomyceten zu den anderen Gebilden rasch wahrnehmen.

Solche Effecte ermöglicht namentlich die von Dr. G r a m in Kopenhagen erfundene, später von W e i g e r t und G ü n t h e r verbesserte Isolir-Färbungsmethode, welche ihrerseits wieder die ältere E h r l i c h'sche Intensiv-Färbungsmethode zur Basis hat. Diese Intensiv-Färbungsmethode E h r l i c h's wollen wir deshalb im Folgenden zunächst besprechen.

E h r l i c h hat gefunden, dass die Färbung der Bacterien erheblich rascher und intensiver erfolgt, wenn man der Anilinlösung eine Lösung von sogenanntem A n i l i n ö l in Wasser zusetzt. Es ist dieses Anilinöl nichts anderes als das 1826 als Destillationsproduct aus dem

Indigo und 1833 auch im Steinkohlentheer entdeckte, damals „Crystallin" und wegen seiner Farbenreaction beim Vermischen mit einer Chlorkalklösung „Cyanol" genannte Phenylamin C_6H_7N von der Erzeugung her mit etwas Toluidin C_7H_9N gemengt und wird dieses Gemenge, welches der Grundkörper der Anilinfarben ist und aus welchem die letzteren meist durch Einwirkung oxydirender Körper unter Druck- und Temperaturerhöhung dargestellt zu werden pflegen — in der Technik auch R o h a n i l i n genannt; dasselbe ist in jeder grösseren Farbwaaren- und Drogenhandlung zu haben — seltener habe ich es in Apotheken gefunden, woselbst meist blos das für diesen Zweck unbrauchbare schwefelsaure Anilin vorräthig gehalten wird. Bei Rudolf S i e b e r t in Wien ist es in der für unsere Zwecke erprobten Qualität zu haben und empfiehlt es sich, dasselbe in ein Tropffläschchen zum Handgebrauche abzufüllen, da wir es bei der raschen Untersuchung von Sputis auf Tuberkelbacillen auch in Form von Tropfen rasch zur Hand haben müssen, wie wir später sehen werden. E h r l i c h verwendet es in streng abgemessener Quantität, und zwar werden 2 ccm Rohanilin mit 50 ccm Wasser in einer Flasche geschüttelt. Dann nimmt man ein Filter, lässt durch dasselbe zuerst irgendwohinein etwas Wasser durchlaufen, bringt das Filter dann in diejenige Flasche, in welcher man sich die Farblösung zubereiten will und giesst nun das geschüttelte Gemenge von Wasser und Rohanilin, in welchem mittlerweile ein grosser Theil des Anilins in Lösung übergegangen ist — auf das feuchte Filter auf. Man wird dann sehen, dass das in Wasser gelöste Rohanilin klar abläuft, während die noch in dem Gemenge schwebenden Anilintropfen auf dem feuchten Filter zurückgehalten werden. Diese Zurückhaltung der Oeltropfen war auch der Grund, weshalb empfohlen wurde, durch das Filter vor Benützung zum Anilinfiltriren etwas Wasser durchzulassen.

In dieses Filtrat bringt man nun 5·5 ccm einer concentrirten alkoholischen Fuchsin - Gentianaviolett- oder Methylviolett-Lösung. Das Ganze wird nun noch einmal in der Flasche, welche mit einem Glasstöpsel versehen sein soll, gut geschüttelt und mindestens 24 Stunden stehen gelassen. Nochmaliges Filtriren nützt da nichts, die Lösung setzt vor 24stündigem Stehen pulverige Niederschläge ab, welche dem Anfänger Bacterien vortäuschen können, wo keine sind, dem Vorgeschrittenen die schönsten Präparate verderben. Dennoch finden frisch (jedoch auf etwas andere Weise) bereitete E h r l i c h'sche Lösungen Anwendung, nämlich bei der Untersuchung auf Tuberkelbacillen, in welch' letzterem Falle jedoch — wie wir später sehen werden — eine eigenthümliche Nachbehandlung der Präparate eintritt, welche die etwaigen Niederschläge beseitigt.

Nach 24stündigem Stehen kann man vorsichtsweise die Lösung nochmals filtriren und hat damit ein erheblich intensiver färbendes Mittel, als es die gewöhnlichen Anilinfarben in wässeriger Lösung sind, erreicht, welches a l l g e m e i n anwendbar ist. Ihre hauptsächlichste Anwendung findet jedoch die E h r l i c h'sche Lösung nicht nur bei der bereits erwähnten, später zu besprechenden Tuberkelbacillenfärbung, sondern namentlich bei der G r a m'schen, von G ü n t h e r und auch von W e i g e r t modificirten Isolirfärbung der Bacteriendeckglas-Trockenpräparate, wobei jedoch sofort bemerkt werden muss, dass sich nach dieser G r a m'schen, resp. G ü n t h e r-schen Methode nicht alle Bacterien gefärbt erhalten lassen, wenn sie sich auch mit der E h r l i c h'schen Lösung an sich — intensiv färben. So lassen sich die Bacillen der C h o l e r a a s i a t i c a n i c h t nach der G r a m'schen und der davon abgeleiteten G ü n t h e r'schen Methode färben, während sich z. B. Tuberkelbacillen, Milzbrandbacillen, Tetanusbacillen und viele andere g e f ä r b t e r h a l t e n. Der Ausdruck „gefärbt erhalten" ist der richtige, denn eigentlich färben sich auch die Cholerabacillen bei der Färbung nach G r a m, aber sie entfärben sich auch bei der Nachbehandlung, so dass sie eben nicht gefärbt zu erhalten sind, wenn man diese Isolir-Färbemethode anwendet. Ein Beispiel wird erläutern, was wir meinen. Wir hätten z. B. eine Darmentleerung auf

Cholerabacillen zu untersuchen. Wir fertigen uns, wie bereits oben angegeben, ein Deckglas-Trockenpräparat, indem wir ein winziges Partikelchen des Stuhles mit der ausgeglühten und abgekühlten Platinnadel verreiben, dann in der oben geschilderten Weise durch die Flamme ziehen, mit der eben beschriebenen Ehrlich'schen Lösung durch Auftropfen und nachheriges Nachwaschen färben, trocknen und nun mit einem Tropfen Canadabalsam u. dgl. unter eine mittelstarke Vergrösserungscombination auf den Objecttisch unseres Mikroskopes bringen. Wer nun das Präparat mit kundigem Auge betrachtet, wird da ein wahres „Tohu-wa-bohu" beisammen sehen. Zahlreiche ebenfalls mit der Anilinfarbe gefärbte Formbestandtheile der Nahrungsmittel, grosse Mengen Schleimkörperchen, vielleicht auch verschiedene krystallinische Ausscheidungen von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia und zahllose Bacterien. In diesem Gewirre den Kommabacillus der Cholera asiatica aufzufinden, wird eine äusserst schwierige Aufgabe sein. Wir wären schon zufrieden, wenn wir die Schleimkörperchen, Nahrungsmittelreste u. s. w. ungefärbt erhalten könnten, so dass wir dann blos das Bacteriengemenge zu perlustriren hätten. Gut; da könnte ja die Gram'sche Methode helfen. Wir wenden sie (wie dies geschieht, wird gleich weiter unten geschildert werden) an, aber mit den nunmehr entfärbten und deshalb im Beleuchtungskegel des Abbé'schen Beleuchtungsapparates unsichtbar gewordenen Nahrungsmittelresten u. dgl. haben sich (wie man auf andere, hier noch nicht zu erörternde Weise experimentell nachwies) auch die Cholerabacillen entfärbt, und wenn solche da waren und man sie früher nicht agnoscirt hat, wird man sie nach Anwendung der Gram'schen Methode niemals finden, eben weil sie sich gelegentlich der Entfärbung der nichtbacteriellen Zellkerne — ebenfalls mit entfärben. — Dieselbe Eigenschaft haben die Typhusbacillen; auch sie sind nach der Gram'schen oder Günther'schen Methode nicht färbbar, weil sie sich mit den Zellkernen entfärben, weiters die Diphtherie-, Rotz-, Oedem-, Schweinesepticaemie-, Pneumonie-, Recurrensfieber- und Gonorrhoebacillen (welch' Letztere eigentlich Coccen sind). Dagegen ist die Gram'sche und die Günther'sche Methode vorzüglich verwendbar zum Nachweise nachstehender Schizomyceten:

1. Actinomyces bovis,
2. Diplococcus pneumoniae Fraenkel,
3. Erisipelstreptococcen,
4. Leprabacillus,
5. Mäusesepticaemiebacillus,
6. Milzbrandbacillus,
7. Phlegmonestreptococcus,
8. Pyaemiestreptococcus,
9. Staphylococcus pyogenes aureus,
10. Tetanusbacillus,

welche in pathologischer Hinsicht wichtig sind und deshalb hier angeführt werden mussten.

Dies ist äusserst wichtig zu wissen, denn es könnte ein diesfälliges Missverständniss den selbstlernenden Leser zu den weittragendsten Irrthümern verleiten, weshalb wir hier so ausführlich und wiederholt auf diesen Unterschied in der Färbbarkeit, resp. besser gesagt Entfärbbarkeit verschiedener pathogener Bacillen eingehen zu müssen glaubten. In bacteriologischen Werken freilich ist diese Aufzählung stets und vielleicht ausführlicher enthalten, in vielen auch für den Gebrauch am Krankenbette bestimmten Büchern fand ich zwar die Gram'sche Methode ausführlich beschrieben und zum Nachweise der Schizomyceten sehr empfohlen, aber das Naturgesetz, dass sich nach dieser Methode gewisse Bacillen nicht gefärbt erhalten, war entweder gar nicht, oder in sehr nebensächlicher und lückenhafter Weise behandelt.

Es ist klar, dass man von diesem Unterschiede auch diagnostischen Gebrauch machen kann. Färben wir z. B. ein Deckglas-Trockenpräparat eines choleraverdächtigen Stuhles zuerst nach der Ehrlich'schen Methode, lassen es nach dem Abspülen in Wasser (dem man etwas Alkohol beifügen kann) trocken werden, untersuchen es dann in einem Tropfen Nelkenöl und sehen in demselben kommaartige Bacillen in grosser Zahl, so dass sich unser Verdacht, es mit einem Cholerastuhle zu thun zu haben, steigert, so können wir dadurch, dass sich diese kommaartigen Bacillen nach der gleich zu beschreibenden Gram'schen Behandlung ebenfalls entfärben, also aus dem

Bilde gleichzeitig mit den Structuren verschwinden, ein Verdachtsmoment mehr gewinnen, es mit Cholerabacillen zu thun zu haben. Freilich dürfen wir nicht vergessen, dass es noch andere Kommabacillen gibt, welche mit der Cholera asiatica nichts zu thun haben, und doch die Gestalt und den Umstand gemeinsam haben, dass sie sich nach der Gram-schen Methode nicht gefärbt erhalten lassen, so z. B. der Vibrio Metschnikoff, welch' letzteren man wohl kaum in menschlichen Stühlen antreffen dürfte, ferner den in Stühlen auffindbaren Finkler-Prior'schen angeblichen Cholera nostras-Bacillus, der aber längst als zu dieser Krankheit in keiner Beziehung stehend erkannt wurde u. A. m. — Einen gewissen diagnostischen Werth hat im Zusammenhalt mit anderen, hier nicht zu erörternden Merkmalen die Gram'sche Methode immerhin, abgesehen von ihren vorgeschilderten technischen Vorzügen.

Wie wird die Gram'sche Methode prakticirt?

In ihrer ursprünglichen Form, wie sie Gram in Nr. 6 der „Fortschritte der Medicin" 1884, Seite 185, angab, wurde zunächst die Ehrlich'sche Lösung bereitet, wie wir oben beschrieben haben. Von dieser Lösung filtriren wir eine kleine Quantität in ein Schälchen oder eine Glasdose und nun legt man mit der leeren Seite nach oben ein Deckglastrockenpräparat in die Farblösung. Hierauf bringt man das Trockenpräparat, nachdem es circa 3 Minuten in der Ehrlich'schen Lösung verweilt hat, in eine Lösung von 1 Jod, 2 Jodkalium und 300 Wasser, d. i. in die sogenannte Jodkaliumlösung und belässt dasselbe ebenfalls circa 3 Minuten in derselben. Aus dieser Jodkaliumlösung bringt man dann das Deckglas-Trockenpräparat in gewöhnlichen Alkohol. Man sieht, dass der Alkohol Farbstoff aufnimmt, indem sich eine Farbstoffwolke um das Präparat herum bildet. Wird kein Farbstoff mehr abgegeben, so bringt man das Präparat, ohne es erst zu trocknen, in Nelkenöl. Dieses nimmt den Alkohol auf und löst noch etwas Farbstoff. Aus dem Nelkenöl bringt man das Präparat in einem Tropfen Canadabalsam unter das Mikroskop. Die vorhin genannten 10 Bacterienarten (natürlich noch viele Andere nicht angeführte) werden, falls sie im Präparate vorhanden waren, im Lichtkegel des Condensors ganz allein erscheinen, alle anderen Structuren werden entfärbt und daher unsichtbar sein. Da es aber, wie wir schon oben erwähnten, oft von Interesse ist, die Structuren ebenfalls zu färben, jedoch anders, und zwar möglichst gegensätzlich zu den isolirt gefärbten Bacterien, so können wir das ganze Präparat, bevor wir es in das Nelkenöl bringen, in eine wässerige Lösung einer anderen Farbe bringen, z. B. Bismarckbraun (Vesuvin), wodurch sich dann die roth, blau oder violett gefärbten Bacterien von den braun gefärbten Structuren abheben und wodurch man, wie oben schon erwähnt wurde, die relative Lage der Bacterien zu Gewebstheilen, Eiterkörperchen u. dgl. besser zu beurtheilen im Stande ist.

Da bei der Gram'schen Methode noch immer Fälle vorkommen, bei welchen die Zellkerne der nicht bacteriellen Structuren etwas Farbstoffe zurückhalten, hat es der bekannte Bacteriologe Dr. med. Carl Günther in Berlin unternommen, die Gram'sche Methode zu verbessern. Dr. Carl Günther schildert diese Modification des Gram'schen Verfahrens ungefähr folgendermassen:

1. Das Deckglastrockenpräparat kommt auf 1—2 Minuten in die, wie oben mitgetheilt, hergestellte Ehrlich'sche Farblösung.

2. Das Deckglaspräparat wird nun auf Fliesspapier gebracht, abgetupft, um es von überschüssiger Farblösung zu befreien, und dann in die Jod-Jodkaliumlösung (1 Jod, 2 Jodkalium, 300 Wasser) auf 2 Minuten eingelegt; dabei sieht man, wie sich der Bacterienanflug auf dem Deckglase glänzend schwarz färbt.

3. Nun kommt das Präparat aus der Jod-Jodkaliumlösung in gewöhnlichen Alkohol auf eine halbe Minute.

4. Hierauf in 100 Alkohol vermengt mit 3 Acid. mur. chem. pur. („Salzsäure-Alkohol") auf genau 10 Secunden.

5. Nach Ablauf dieser 10 Secunden bringt man das Deckglas so lange in mehrere hintereinander gestellte Schälchen mit Spiritus, bis dasselbe an den Spiritus keinen Farbstoff mehr abgibt.

Nun kann man das Präparat in Xylol ($C_6H_4, 2\,CH_3 = C_8H_{10}$) bringen und dann mit einem Tropfen Xylol-Canadabalsam (Canadabalsam in Xylol gelöst, bis er honigdicke Consistenz hat) auf einem Objectträger unter das Mikroskop bringen. Günther empfiehlt auf Grund seiner Erfahrungen die nachträgliche, bei der Gram'schen Methode besprochene, sogenannte Contrastfärbung der ungefärbt gebliebenen Structuren für seine Modification der Gram'schen Methode nicht, vielmehr hat er gefunden, dass der umgekehrte Weg, nämlich die Structuren vor der Behandlung mit der Gram-schen Methode auszuführen — besser zum Ziele führt. Auch verwendet Günther zu dieser vorherigen Contrastfärbung naturgemäss nicht eine Anilinfarbe, wie z. B. Bismarckbraun eine ist, weil dieselbe bei der Nachbehandlung mit Salzsäure-Alkohol, wie solche die Günther'sche Methode bedingt — kaum Stand halten würde, sondern er wendet zur Vorfärbung der Structuren Picrocarmin*), welches wir oben**) bei den Carminfärbungen kennen gelernt haben — an.

Der Vorgang dabei ist folgender: Das Deckglastrockenpräparat kommt auf ein bis zwei Minuten in die Picrocarminlösung, wird dann mehrmals in Wasser gut ausgewaschen und dann in Alkohol gebracht. Von da bringt man sie in die Ehrlich'sche Lösung und nimmt dann die weitere Behandlung nach Gram-Günther so vor, wie mit einem ungefärbten Präparate. Gut ist es, wenn man des besseren Contrastes wegen — als Ehrlich'sche Lösung eine Gentianaviolett- oder Methylviolett-Lösung anwendet, weil dann am Schlusse des Verfahrens die nach der Gram-Günther'schen Methode isolirt gefärbten Bacterien wunderschön dunkelviolett, die Structuren dagegen schön carminroth bis gelblich erscheinen. Wir bemerken übrigens, dass sich für die Ehrlich'sche Lösung als Element der Gram-Günther'schen Methode gedacht — doch blos Methylviolett, Gentianaviolett und Victoriablau eignen, dass man also mit Fuchsin, Methylenblau und Bismarckbraun keine Resultate erzielen wird.

*) Günther empfiehlt 1 Carmin, 1 Ammoniak und 50 Wasser, hiezu so viel Picrinsäure zugesetzt (in wässeriger Lösung), bis sich der entstehende rothe Niederschlag von Carmin nicht mehr löst. (Dr. Friedländer.)

**) Seite 1134 in Nummer 52 des Jahrg. 1891 der „Pharm. Post“.

Weigert hat eine eigene besondere Methode zur Färbung von Fibrin und von Mikroorganismen in Nr. 8 der „Fortschritte der Medicin“ (1887) angegeben, welche sich ebenfalls als eine Modification der Gram'schen Methode darstellt; dieselbe hat jedoch keine besondere Wichtigkeit für unsere Zwecke und lassen wir dieselbe deshalb weg.

Eine für uns sehr wichtige, durch das Deckglastrockenpräparat zu lösende, vielleicht vom Arzte dem mikroskopirenden Apotheker zur Beantwortung abgetretene Frage ist diejenige, ob in einem Auswurfe Tuberkelbacillen vorkommen oder nicht (sogenannte „Untersuchung des Tuberkel-Sputums“). Da bei dieser Untersuchung die vorerwähnte Ehrlich'sche Lösung eine grosse Rolle spielt (wenigstens bei der verlässlichsten Methode), so wollen wir diese Untersuchungsmethode schon hier, anschliessend an die Gram'sche Methode besprechen. Wir haben oben, bei Aufzählung jener Bacterien, welche sich nach der Gram-Günther'schen Methode färben — auch die Tuberkelbacillen erwähnt. Man könnte also ein auf dem Deckglase als Trockenpräparat ausgestrichenes Sputum mit der Gram'schen oder Günther'schen Methode behandeln und allerdings würden dann unter dem Mikroskope vielleicht unter zahlreichen anderen Bacterien — die Tuberkelbacillen sich ebenfalls isolirt gefärbt präsentiren; so, wie wir aber schon oben erwähnt haben, ist es ungemein schwierig, wenn nicht oft unmöglich — blos aus der Gestalt und Grösse von Bacterien, welche ja oft bei ein und derselben Species ziemlich variabel ist, deren Species zu diagnosticiren. Dies ist nun bei den Tuberkelbacillen möglich, indem sie die merkwürdige Eigenschaft besitzen, dass sie sich zwar nur schwer färben, aber die Färbung selbst bei Einwirkung stärkerer Säuren nicht abgeben.

Die Tuberkelbacillen und die mit ihnen in Bezug auf Färbung verwandten Lepra-(Aussatz-) Bacillen gehören also, wenn man das Zurückhaltungsvermögen der einmal aufgenommenen Anilinfarbstoffe berücksichtigt, in die 1. Classe. Diese Classen würden sich so gruppiren:

1. Classe: Tuberkel- und Leprabacillen.

2. Classe: Actinomyces bovis, Diplococcus pneumoniae Fränkel etc. etc.

3. Classe: Cholera-, Typhus-, Diphtherie-, Recurrens-Bacillen etc.

Die der 1. Classe behalten den Anilinfarbstoff selbst bei Auswaschen in bedeutend angesäuertem Alkohol und sind natürlich nach der Gram-Günther-schen Methode isolirt färbbar.

Die der 2. Classe sind nach der Gram-Günther'schen Methode färbbar, würden aber bei stark angesäuerten Waschflüssigkeiten dennoch ihren Anilinfarbstoff verlieren.

Die der 3. Classe färben sich leicht, geben aber den aufgenommenen Farbstoff auch sehr leicht ab, so z. B. schon durch Auswaschen in Alkohol, sie lassen sich daher nach der Gram-Günther-schen Methode nicht gefärbt erhalten.

Diese Gruppirung erleichtert ausserordentlich das Verständniss der ganzen Bacterien-Diagnostik mittelst Färbung, also auch die Isolirtfärbung der Tuberkelbacillen.

Man denke sich ein Gemenge von Bacterien aller drei Classen, wie es freilich in der Wirklichkeit selten vorkommt, z. B. eine Flüssigkeit, in welcher Recurrensbacillen (3. Classe), Milzbrandbacillen (2. Classe), Tuberkelbacillen (1. Classe) enthalten sind. Von dieser Flüssigkeit fertigen wir ein Deckglas-Trockenpräparat, indem wir als Färbeflüssigkeit Ehrlich'sche Lösung anwenden und dieselbe noch etwas erwärmen. Die Erwärmung nämlich beschleunigt bekanntlich alle chemischen Actionen, also auch die rasche und sichere Färbung der Bacillen. Man führt sie am besten so aus, dass man einige Tropfen der Ehrlich'schen Lösung in ein (bei Siebert und Anderen erhältliches) Porzellanschälchen von der Grösse eines Uhrglases bringt, auf diese Färbeflüssigkeit das Trockenpräparat mit der Bacillenseite nach unten auflegt und nun auf einer kleinen Spiritusflamme oder über dem Cylinder einer Petroleum- oder Gaslampe so lange der Wärme aussetzt, bis deutliche Blasenbildung und Dampfen eintritt, aber ja nicht länger. Durch dieses Verfahren sind nun die Bacillen aller Classen, auch die schwer färbbaren Tuberkelbacillen gefärbt worden.

Wir entfärben nun durch Abspülen in Wasser und nun haben wir in dem Trockenpräparate alle Formbestandtheile, also auch etwaige Structuren, Zellkerne etc. gefärbt erhalten. Wir werden also ganz deutlich die charakteristisch korkzieherförmig gestalteten Recurrens-Bacillen (Spirillen), die starken und grossen Stäbe des Milzbrandes und endlich die geraden, winzigen Stäbchen der Tuberculose wahrnehmen, sofern sie nicht durch die ebenfalls gefärbten Structuren verdeckt sind. Im Mikroskope erscheinen also die Structuren und die Bacterien aller drei Classen gefärbt.

Nun behandeln wir eben dasselbe Deckglastrockenpräparat nach Gram oder Günther und es verschwinden sofort die Structuren und die Bacterien der dritten Classe, welche in dem Gemenge waren, hier also die korkzieherförmigen Recurrensbacillen und wenn wirklich, wie wir angenommen haben, in dem Gemenge nebst etwaigen Structuren blos Recurrens-, Milzbrand- und Tuberkelbacillen vorhanden waren, so werden wir nach durchgeführter Gram-scher oder Günther'scher Entfärbung blos mehr die Milzbrand- und die Tuberkelbacillen gefärbt erkennen, geben wir aber das nach Gram oder Günther gefärbte Deckglaspräparat nunmehr auf 15 Secunden in ein Uhrglas, in welchem sich eine stark angesäuerte Waschflüssigkeit befindet, z. B. Alkohol, dem 2 Tropfen Acid. nitric. dil. (nach Prof. Rindfleisch) zugefügt wurden — waschen es dann in reinem Wasser aus, trocknen es und untersuchen es nun in einem Tropfen Canadabalsam bei Benützung des Condensors (Abbé'schen Beleuchtungsapparates) mit weiter Blende — so werden die vorhin stark gefärbten und durch ihre Grösse das Gesichtsfeld beherrschenden Milzbrandbacillen verschwunden sein, denn sie sind durch die stark saure Waschflüssigkeit ihres Anilinfarbstoffes beraubt worden, dagegen sehen wir jetzt in dem Präparate die winzigen Stäbchen der Tuberculose ganz isolirt gefärbt. Wir sehen also, dass die Tuberkelbacillen die stärkste Affinität

zu dem einmal aufgenommenen Anilinfarbstoffe haben, sie sind, wie dies Ehrlich nachwies, am widerstandsfähigsten gegen Säuregemische. Darauf beruht die Diagnosticirung der Tuberkelbacillen im Sputum, wo ihre Verwandten, die Leprabacillen — wohl kaum in Frage kommen.

Zur Diagnosticirung der Tuberkelbacillen würde also die Gram-Günther-sche Methode dahin modificirt ausreichen, dass man eine stärker angesäuerte Waschflüssigkeit anwendet; aber man hat nach langem Hin- und Herprobiren einfachere Methoden, wie die Gram'sche gefunden bei welchen die Jod-Jodkalium-Lösung wegbleiben kann.

Bevor wir die bewährtesten, der speciell zur mikroskopischen Ermittlung von Tuberkelbacillen dienenden Färbemethoden besprechen, können wir es uns nicht versagen, einige Worte über die Geschichte der Nachweisung dieser gefährlichen Spaltpilze vorauszuschicken, denn diese Nachweisung ist nicht nur ein Triumph der modernen mikroskopischen Technik, sondern sie lehrt uns auch, wie viele Männer — vielleicht irrend in der Theorie, doch sicheren Griffes in der Praxis — dem genialen Bahnbrecher R. Koch auf diesem Gebiete nachfolgen mussten, bis die heutige Sicherheit und Leichtigkeit der Auffindung der Tuberkelbacillen erreicht wurde.

Nachdem schon Klencke 1843 Thiere durch Impfung mit tuberculösen Gewebstheilen inficirt hatte, nachdem Villemin, Salomonsen und Cohnheim 1877 zur Evidenz bewiesen, dass die Tuberculose, was ja noch heute von manchen alten Aerzten bezweifelt wird — eine reine Infectionskrankheit sei — hielt R. Koch, der König der Bacteriologen, am 24. März 1882 jenen denkwürdigen Vortrag in der Berliner Physiologischen Gesellschaft, in welchem er seine unsterbliche Entdeckung publicirte, dass eine bestimmte, von anderen Spaltpilzen durch ihr Verhalten zu den Anilinfarbstoffen unterschiedene Art Bacterien von der Form kleiner Stäbchen (bacilli) regelmässig und ausschliesslich im tuberculösen Gewebe und im Auswurfe Tuberculöser gefunden wird. Später gelang es Koch, diese Bacillen ausserhalb des thierischen Organismus künstlich zu züchten („Reincultur") und durch Impfversuche mit den erhaltenen Reinculturen nachzuweisen, „dass die Tuberkelbacillen nicht blos eine Ursache der Tuberculose, sondern die einzige Ursache derselben sind und dass es ohne Tuberkelbacillen keine Tuberculose gibt." — Diese Grundwahrheit bildete dann die Basis, auf welcher weiter gebaut wurde und wenn es auch bis jetzt trotz Kochin, Tuberculin, Tuberkulocidin etc. noch nicht gelungen ist, die Schwindsucht aus der Welt zu schaffen, so ist die Diagnose der Tuberculose nunmehr auf ein weit exacteres Forschungssystem aufgebaut worden, als es selbst die sogenannten „physikalischen" Methoden der „Auscultation" und „Percussion" waren und da bei kaum einer anderen so populären Krankheit, wie die Schwindsucht eine ist, jede Therapie an dem meist verspäteten Beginn der Cur und dem Unglauben des Betroffenen, gefährlich krank zu sein, zu scheitern pflegt, so ist die exacte Erkennung dieser Krankheit einer Ermöglichung, das „Principiis obsta" zu realisiren, gleichbedeutend und daher, wenn nicht ganze, so doch halbe Heilung! Auch ein anderer Umstand ist hier hervorzuheben und er ist nicht unwichtig: Durch die Sensation, welche die Koch'sche Entdeckung in der medicinischen Welt erregt hatte, wurden viele praktische Aerzte, welche bisher das Mikroskop entweder mit heiliger Scheu als ein für sie ganz überflüssiges, nur den höchsten Zwecken wissenschaftlicher Forschung dienendes Werkzeug oder aber mit achselzuckender Geringschätzung als eine Art Anschauungsunterrichtsmittel für den studirenden Mediciner, dem sie durch ihre Erfahrung entwachsen seien, betrachteten, bewogen, sich nunmehr neuerlich mit demselben zu befassen und da sie nun schon einmal mikroskopirten, so beschränkten sie sich nicht auf die Tuberkelsputumuntersuchung, sondern das Mikroskop kam als diagnostisches Hilfsmittel überhaupt zu Ehren und die Optiker waren im In- und Auslande bemüht, compendiösere, dabei aber mit allen modernen Behelfen als: Abbé'schem Condensor und Oelimmersion ausgestattete

Instrumente zu civilen Preisen herzustellen und in alle Welt zu verbreiten; wenn dabei unter der Marke „Bakterien-Mikroskop“ so mancher Schund in den Handel kam, so sind die Bedingungen, welchen ein noch so einfach construirtes, zur Bacterienuntersuchung bestimmtes Instrument entsprechen muss — doch an sich schon so hohe, dass auch die billigsten derlei Instrumente, jene, welche vor dieser Zeit im Instrumentarium vieler Mediciner sich vorfanden — weitaus übertreffen mussten. Man bedurfte jetzt zum mindesten eines guten und starken Trockensystems, eines Condensors, sei dieser auch nur eine an Stelle der Blendvorrichtung einsetzbare gläserne Halbkugel. Wer nur ab und zu Tuberkelbacillen aufzusuchen, andererseits aber Gelegenheit gehabt hat — viele Präparate von solchen im Sputum ersichtlich gemachten Spaltpilzen zu sehen, also dieselben genau kennt — für den wird zur Erkennung der Tuberkelbacillen im Sputum ein solches Mikroskop mit einem oder einigen schwachen Systemen und einem starken modernen Trockensystem, sowie einem einfachen Condensor, wie es ja zu den meisten sonstigen Arbeiten ausreicht — hinlänglich sein; der mit Sputum-Untersuchungen Ueberhäufte wird gut thun, sich einer Oel- oder doch einer corrigirbaren Wasserimmersion und eines Abbé'schen Condensors zu bedienen, wie denn überhaupt diese beiden modernen Hilfsmittel einerseits eine Grundbedingung waren, dass die bacteriologische Forschung ihre heutige Höhe erreichen konnte, andererseits durch die Anforderungen, welche die bacteriologische Wissenschaft an sie stellt — stets verbessert und verbilligt wurden und in den Apochromaten einerseits und dem Abbé'schen Beleuchtungs-Apparat mit sogenannter Irisblende und Vorrichtung zum Heben und Senken eine fast kaum mehr zu übertreffende Vollkommenheit erreicht haben.

Was wir aber vom Arzte gesagt haben, dies gilt auch für den Apotheker, welcher ja aus den im ersten Theile dieser Arbeit weitläufig auseinandergesetzten Gründen geradezu dazu prädestinirt ist, den Arzt von mancher zeitraubenden chemisch- oder mikroskopisch-diagnostischen Arbeit zu entheben und deshalb sich auch auf die wichtigsten bacteriologischen Untersuchungen, von denen wieder die Sputumuntersuchung auf Tuberkelbacillen die am häufigsten vorkommende ist, einzurichten.*) — Und nun gehen wir weiter. Koch hat sich auf Seite 221 der „Berliner klinischen Wochenschrift“, Jahrgang 1882, zuerst über seine Methode, in Deckglaspräparaten mit tuberkelverdächtigem Sputum die Bacillen gefärbt zur Anschauung zu bringen, geäussert und er bediente sich dazu folgender Farblösung: „200 ccm Aq. dest. werden mit 1 ccm concentrirter alkoholischer Methylenblaulösung wohl umgeschüttelt und unter wiederholtem Schütteln 0·2 ccm einer 10%igen Kalilauge zugefügt. Gut bereitet, soll diese Lösung selbst nach tagelangem Stehen keinen Niederschlag geben.“ In diese Färbetinctur brachte Koch die, wie oben ausgeführt, dargestellten Deckglaspräparate und beliess sie in derselben 24 Stunden. Dann nahm er die Deckgläschen aus der alkalischen Methylenblaulösung heraus und übergoss deren Präparatseite, ohne sie zuvor im Wasser zu waschen, direct mit einer concentrirten wässerigen Lösung von Bismarckbraun (Vesuvin)**), in welcher das Präparat nach dem Uebergiessen noch 1—2 Minuten liegen blieb. Sodann wurde das Deckglas so lange mit Aq. dest. abgespült, bis die blaue Farbe scheinbar gänzlich verschwunden war.

In diesen Präparaten war nun alles braun, blos die stäbchenförmigen Gebilde der Tuberkelbacillen erschienen blau gefärbt. Es handelte sich also um eine Art Diffusion, eine Verdrängung der alkalischen Anilinfarblösung des Methylenblau durch das Vesuvin in den Structuren und allen Bacterien, die etwa im Sputum enthalten waren, bis auf die Tuberkelbacillen, welche die einmal aufgenommene Anilinfarbe zähe in sich festhielten. Die Tuberkelbacillen färben sich nämlich mit gewöhnlichen Färbelösungen (wässerige oder alkoholisch-wässerige Anilinfarblösungen) gar nicht und da nach vielen Versuchen Koch erst durch

*) Die einschlägigen Gesichtspunkte sind in Nr. 31 vom Jahre 1890, Seite 606 u. ff., sowie in den Fortsetzungen dieser Arbeit in den Nummern 23, 33, 36, 38, 40 und 42 der „Pharm. Post“ (Jahrgang 1890) enthalten.

**) Welche vor jedesmaligem Gebrauche filtrirt werden muss, da sie gern Niederschläge absetzt.

Versetzung der Methylenblaulösung mit Alkalien zum Ziele gelangte, so stellte er die These auf, dass die Tuberkelbacillen nur unter gleichzeitiger Einwirkung von Alkalien den Anilinfarbstoff in sich aufnehmen, eine Ansicht, die Ehrlich veranlasste, die mineralischen Alkalien Koch's durch die organischen Basen des Anilinöls zu ersetzen, weil dieses mehr Farbstoff aufzunehmen vermag, als die Kalilauge. So erfand Ehrlich die vielverwendete, namentlich im Gram-Günther'schen Verfahren unentbehrliche „Ehrlich'sche Lösung“ und stellte die Hypothese auf, dass die uns aus dieser unserer Arbeit bekannte schleimige Hülle*), welche mehr weniger alle Bacterien umgibt, für alkalisch reagirende basische Anilinfarbstoffe besser durchgängig sei und dass die am schwersten färbbaren Bacillen, die Tuberkelbacillen, überhaupt durch ihre Hülle keinen Farbstoff durchlassen, der nicht bedeutend alkalisch reagirt und dass die letzteren schwächere Säuren gar nicht aufnehmen. Diese Hypothese führte zur sogenannten Ehrlich'schen Methode der Tuberkelbacillenfärbung, welche die Grundlage aller gebräuchlicheren Methoden bildet und auf welche wir gleich eingehen werden. „Ehrlich presst (wie in der „Deutschen medicinischen Wochenschrift“ v. J. 1882, S. 269, zuerst zu lesen war) zwischen zwei Deckgläschen von 0·10—0·12 Dicke ein mittelst Präparirnadel (besser Platinnadel) dem Sputum entnommenes Partikelchen platt, um eine gleichmässige dünne Lage zu erhalten. Nachdem er das Präparat hat lufttrocken werden lassen, zieht er dasselbe vermittelst einer Pincette dreimal durch die Flamme eines Bunsen'schen Gasbrenners. Zur Färbung stellt er sich durch Schütteln von Wasser mit überschüssigem Anilinöl gesättigtes Anilin-Wasser dar, das er filtrirt. Zu der so erlangten wasserklaren Flüssigkeit fügt er tropfenweise eine gesättigte alkoholische Methylviolett- oder Fuchsinlösung hinzu, bis eine deutliche Opalescenz der Flüssigkeit eintritt, welche die Sättigung anzeigt. Auf dieser Flüssigkeit lässt er die Deckgläschen $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde schwimmen. Statt des Vesuvin Koch's nimmt er ein Säuregemisch von 1 Volum Acid. nitric. offic. und 2 Volumina Wasser, unter dessen Einfluss in wenig Secunden das Präparat erblassen und nur der Bacillus der Tuberculose die blaue Farbe behalten soll.“

*) Vgl. „Ph. Post“ Nr. 20 v. J. 1892, S. 554, 555.

Für die Hypothese Koch's und Ehrlich's spricht der Umstand, dass es Petri-Görbersdorf 1883 gelungen ist — die Tuberkelbacillen auch ohne Zusatz von Alkalien oder Anilinöl zur Farblösung, zu färben, wenn unter dem die Färbung beschleunigenden oben erwähnten Einflusse von Wärme — statt Methylenblau oder Methylviolett — der sehr stark basische Anilinfarbstoff Fuchsin verwendet wird. Zur Contrastfärbung verwendete Petri-Görbersdorf statt Bismarmarckbraun Malachitgrün, zur vorherigen Entfärbung der Structuren und der Bacillen nicht tuberculöser Natur Acid. acet. glaciale.

Gegen die Koch-Ehrlich'sche Hypothese spricht die Entdeckung Ziehl's (1882), weil es diesem gelang gute Resultate zu erzielen, wenn er anstatt Anilinöl, Carbolsäure zur Bildung der Färbeflüssigkeit verwendete, also eine Säure! Freilich muss Ziehl selbst zugeben, dass sich die Färbung mit seiner Lösung langsamer vollzieht, als mit der Ehrlich'schen.

Welche Hypothese richtig ist, darauf wollen wir uns hier nicht einlassen; die Ziehl'sche Carbol-Anilin-Färbemethode wurde durch Gradle verbessert, welcher sein sogenanntes Carbolfuchsin aus Carbolsäure 0·9, Wasser 15·0, alkoholischer Fuchsinlösung 2·0 herstellt; Hartzell hat mit dieser Lösung sogar ohne Anwendung von Wärme gute Resultate erzielt, wenn er die Entfärbung mit Oxalsäurelösung vornahm. Gruber dagegen benützte nebst Anilinöl auch noch Salmiakgeist als Zusatz zur Anilinfarblösung, im Uebrigen sind alle Methoden blosse Modificationen der Ehrlich'schen Methode, welche Prof. Rindfleisch für die Praxis verbesserte, indem er die Methode Ehrlich's in nachstehender, leicht ausführbarer Weise präcisirte*):

„In ein Reagensglas wird so viel Anilinöl gegossen, dass die Mündung des

*) „Deutsche med. Wochenschrift“, 1883, S. 16.

Fundus*) ausgefüllt ist. Darauf wird es bis zu einem Dritttheil mit Wasser gefüllt, Anilinöl und Wasser tüchtig durchgeschüttelt und sofort durch ein kleines Filter, das man in freier Hand halten kann, in ein zweites Reagensglas filtrirt. Zum wasserklaren Filtrat fügt man acht Tropfen einer concentrirten, weingeistigen Fuchsinlösung, zu welcher blos die in Alkohol lösliche Fuchsinsorte verwendet wurde. Jetzt stellt man vor sich:

1. Ein Uhrgläschen, halbgefüllt mit Spiritus, dem zwei Tropfen Acid. nitric. dilut. zugefügt wurden — auf ein Stück weissen Papiers;

2. ein Uhrgläschen, halb gefüllt mit der obigen Fuchsinlösung;

3. eine (mit nicht zu grosser Flamme brennende) Spirituslampe.

Man fasst nun das Deckgläschen, auf dem das verdächtige Sputum getrocknet ist, mit der Pincette am Rande und zieht es dreimal, das Sputum nach oben gekehrt, durch die Spirituslampe, „so schnell, wie man Brot schneidet.“**)

Hiedurch wird das Eiweiss für die weitere Behandlung homogenisirt. Nun wird das Deckgläschen mit der Präparatseite auf die Färbeflüssigkeit gelegt und schwimmen gelassen, das ganze Uhrschälchen aber nur mit der Pincette gefasst und so lange dicht über die Spiritusflamme gehalten, bis die Flüssigkeit anfängt zu dampfen. Nach diesem wird das Deckgläschen mit der Pincette von der Flüssigkeit genommen, in einem bereitstehenden Wasser oder einem Wasserstrahl abgespült und in den angesäuerten Spiritus gelegt. Hier lösen sich alsbald violette Wolken von dem Präparate ab und nach 10—15 Secunden erscheint das Glas bis auf wenige Spuren entfärbt. Jetzt wird es mit der Pincette herausgehoben, sofort abermals mit Wasser abgespült, getrocknet und in Canadabalsam gelegt. Diese Modification des Ehrlich'schen Verfahrens ist vorzüglich, nur hat sie nach Orth, Brun, Dr. Kaatzer***) und Unna die unangenehme Eigenschaft, dass die Färbung der Tuberkelbacillen, selbst wenn man die Präparate sorgfältig vor dem, alle Anilinfarben bleichenden Tageslichte schützt, nach Monaten verblasst, was genannte Autoren Resten der Salpetersäure, welche trotz alles Waschens im Präparate verbleiben, zuschreiben, und deshalb zur Entfärbung, ähnlich wie Petri-Görbersdorf Essig- und Hartzell Oxalsäure, anstatt der Salpetersäure, Salzsäure verwenden, so z. B. Dr. Peter Kaatzer eine Mischung aus 100 ccm 90%igem Alkohol, 20 ccm Wasser und 20 Tropfen Acid. muriatic. concentr. — Auch zieht Kaatzer das Gentianaviolett allen anderen Farbstoffen vor und thatsächlich erscheinen die Stäbchen mit diesem Farbstoffe etwas dicker, als wie wenn man sie mit Methylenblau färbt; Fuchsin hat übrigens die gleiche Wirkung.

Seither wurden alle möglichen Modificationen der Tuberkelbacillenfärbung in Fachblättern als angebliche Verbesserungen gebracht; von einigen nahm auch die „Pharmaceutische Post“ Notiz und wir zweifeln nicht an der Vortrefflichkeit vieler dieser Modificationen.

Da aber eine Sputumuntersuchungsmethode so wichtige, oft die ganze zukünftige Lebensführung von Familien entscheidende Fragen zu lösen hat, wird man gut thun, sich an das Bewährte zu halten und da zur Sammlung von Erfahrungen stets eine gewisse Zeit nöthig ist, so wird man als „bewährt“ stets nur eine der älteren Methoden empfehlen können.

Allerdings wird uns nicht versagt sein, neuere Erfahrungen und Behelfe in der älteren Methode nutzbringend zu verwenden, so z. B. zum sicheren Halten der Deckgläser, die bei Rudolf Siebert erhältliche neue Deckgläschenzange, welche es ermöglicht, die Deckgläschen sicher zu halten*), ferner statt des Uhrgläschens ein weisses flaches, beim Kochen nicht dem Zerspringen ausgesetztes Porzellanschälchen etc. etc.

Eine solche seit Jahren bewährte, von mir wiederholt mit Erfolg versuchte Methode ist jene von Dr. Peter Kaatzer, welche er auf Seite 13 seiner Schrift: „Die Technik der Sputumuntersuchung auf Tuberkelbacillen“ gibt und welche

*) d. i. die Halbkugel, welche das zugeschmolzene Ende jeder Eprouvette bildet.

**) Vergl. hiezu Nummer 30 des Jahrganges 1892 der „Pharm. Post“ S. 836 u. ff.

***) Die Technik der Sputum-Untersuchung auf Tuberkelbacillen von Dr. med. Peter Kaatzer, Wiesbaden, Verlag von J. F. Bergmann, 1884.

*) Vgl. Nr. 28 der „Pharm. Post“, Jahrgang 1891, Seite 513 und 514.

wir im Folgenden reproduciren, indem wir uns der kurzen, prägnanten, gleichsam in Commandosprache abgefassten Worte des Dr. Kaatzer bedienen:

1. Ausbreiten einer Menge Sputum auf einer Unterlage, am besten einem schwarz angestrichenen*) Teller und Heraussuchen eines undurchsichtigen, weissen oder grauweissen Bröckchens vermittelst zweier Platinnadeln, welche stets vorher auszuglühen sind.

2. Ausbreitung oder besser Verreibung dieses Partikelchens bis zur Trocknung zwischen zwei, resp. mehreren Deckgläschen von 13—18 mm Dicke, so dass eine gleichmässige dünne Schicht fixirt wird; die Schicht muss so dünn sein, wie man sie etwa zur Blutuntersuchung**) verwendet. Die Deckgläschen sind nicht von einander abzuheben, sondern abzuziehen!

3. Langsames, viermaliges Durchziehen des Deckglases durch eine mässige Spirituslampe „etwa so rasch, wie man Brot schneidet.“***)

4. Einige Minuten langes Schütteln von Anilinöl mit Aq. destill. etwa in dem Verhältnisse von 5 zu 100, sodann Filtriren durch ein angefeuchtetes Filter in ein Porzellanschälchen (statt Uhrgläschen).

5. Zusatz zur Lösung (4.) einer filtrirten, übersättigten Lösung von Gentianaviolett in 90%igem Alkohol, soviel dass eine starke Opalescenz eintritt und Umrühren mit Glasstab; auf 10 ccm Anilinwasser sind blos 15 Tropfen Farblösung erforderlich.

6. Entweder lässt man nun auf dieser Farblösung die präparirten Deckgläschen 24 Stunden (länger schadet auch nicht) schwimmen, oder aber man stellt das Porzellanschälchen mit dem schwimmenden Deckgläschen auf einen Dreifuss über eine Spirituslampe, erhitzt mit mässiger Flamme, bis sich springende, knallende Bläschen auf der Flüssigkeit bilden (etwa 80° C.) und lässt sie einige Minuten stehen.

7. Herausnahme und Präparation der Reihe nach einzeln folgendermaassen:

Nachdem man mit der Pincette das Deckgläschen herausgenommen hat, entfernt man mit einem Stückchen Filtrirpapier die übermässige, darauf befindliche Farblösung, taucht dann dasselbe in ein Schälchen, welches mit einer Mischung von 100 Volum. Alkohol (90%ig), 20 Vol. Aq. dest. und 20 Tropfen Acid. muriat. conc. erfüllt ist, circa $\frac{1}{2}$—1 Minute ein; sodann bewegt man es in einem Schälchen, welches nur 90%igen Alkohol enthält, so lange hin und her, bis der letzte Rest der blauen Farbe verschwunden ist (1—3 Minuten) und spült darauf tüchtig mit destillirtem Wasser ab.

8. Man legt nun das Deckgläschen, mit der Präparatschichte nach oben, auf Fliesspapier und lässt es trocknen. Will man letzteres beschleunigen, so geschieht dieses durch Wegblasen der Feuchtigkeit mit einem Glasrohre. Dann betropft man es vermittelst eines Tropfenzählers oder eines Lambrecht'schen Tropfglases mit 4—5 Tropfen einer concentrirten, wässerigen Vesuvinlösung. (Behufs Aufbewahrung schützt man diese vor Schimmelbildung durch Einlegen eines Stückchens Kampher.) Nach zwei Minuten erfolgt tüchtige Abspülung in destillirtem Wasser, Trocknen des Präparates, Ueberführung desselben auf 1—2 mm dicke, aus möglichst weissem, planem Glase gefertigte Objectträger und Untersuchung in einem Tröpfchen destillirten Wassers oder, will man es conserviren, gleich oder später: „Einlegen in Canadabalsam.“

So Dr. Kaatzer, und ich habe seiner bewährten Methode nur beizufügen, dass es nach dem Vorgange des berühmten Bacteriologen Dr. Carl Günther in Berlin gut ist, wenn man (vor dem Betrachten des Trockenpräparates, also ehe man es auf den Objectträger bringt, jedoch nachdem man es nach vollzogener Contrastfärbung mittelst Vesuvin abgespült und an der Luft getrocknet hat) dasselbe noch dreimal durch die Spiritusflamme zieht, so wie wenn man ein Trockenpräparat frisch anfertigen wollte. Dieses nochmalige Durchziehen durch die Flamme bewirkt eine Austrocknung und Unschädlichmachung der letzten Spuren von Säure, welche auch bei sorgfältigem Lichtschutze, das Verblassen der Anilinfarbe in den Bacillen begünstigen würden

*) Mit Asphaltlack!

**) Also sehr dünn; von der Blutuntersuchung später!

***) Vgl. jedoch Nr. 30 vom Jahre 1892, „Ph. Post“, S. 837.

und verleiht den Präparaten eine grosse Haltbarkeit. Die Tuberkelbacillen erscheinen bei offenem, resp. bei mit recht weiter Blende versehenem Condensor als violette (bei Fuchsinfärbung glänzend rothe, bei Methylenblaufärbung dunkelblaue) Stäbchen, welche zuweilen leicht gekrümmt sind — auf dem Grunde der Contrastfärbung, welche die Structuren und nicht tuberculösen Bacillen erhalten haben. Dr. Kaatzer, viele Andere und auch meine Wenigkeit verwenden zur Contrastfärbung nach dem Vorgange Koch's Vesuvin, Andere ziehen Methylenblau vor, welches namentlich zu Fuchsin eine schöne Contrastfarbe bildet.

Die Länge der Bacillen variirt zwischen 1·6 bis 3·5 μ, manche Stäbchen zeigen perlartige eiförmige ungefärbte Räume, welche man als Sporen gedeutet hat; der Beweis, das es wirklich Sporen gibt, steht derzeit noch aus, doch ist es nach Analogie der in Milzbrandbacillen auftretenden und fast sicher als Sporen erkannten derartigen Körperchen wahrscheinlich, dass es Sporen sind. Dass es nicht blosse Hohlräume, sondern wirkliche kleine Körperchen sind, ergibt sich daraus, dass man sie bei anderen Bacterienarten separat färben kann. Man kocht nämlich nach Ziehl die Deckglastrockenpräparate, also die Deckgläschen mit den angetrockneten Bacterien eine Stunde lang in einer wie folgt zusammengesetzten Lösung:

100 ccm Aq. dest.
1 gr Fuchsin (wasserlösliches!)
10 ccm Alkohol absol.
5 gr Acid. carbol. crystallis.

Man lässt die Deckgläser nach einstündigem Kochen in der Lösung erkalten und wäscht sie dann unter beständiger Controle durch Betrachten unter dem Mikroskope so lange in Alkohol aus, bis nur die Sporen gefärbt, der andere Bacterienleib farblos erscheint.

Färbt man dann die lufttrocken gewordenen Deckgläser mit verdünnter alkoholischer Methylenblaulösung nach, so erhält man die Bacterienleiber als tiefblaue Stäbe, in denen die Sporen als glänzendrothe Reihen eiförmiger Perlen erscheinen. Um dieses Phänomen an Tuberkelbacillen nachzuweisen, fehlt bisher eine Methode, die eiförmigen scheinbaren Hohlräume derselben konnten bis jetzt auf keine Weise gefärbt werden; würde dies gelingen, so wäre die Analogie mit den Sporen anderer Bacterien hergestellt, bis dahin bleibt sie hypothetisch.

Wir haben also nunmehr gelernt — mittelst des Mikroskopes und mit Hilfe mehr weniger complicirter Färbemethoden Tuberkelbacillen im Speichel zu erkennen, Natürlich lassen sich bei Darm-Tuberculose mit Hilfe des Deckglastrockenpräparates auch im Stuhlschleime der sogenannten phtisischen Diarrhoen Tuberkelbacillen nachweisen und diese Diarrhoen dadurch als Symptome einer tuberculösen Erkrankung diagnosticiren. Bei dieser letzteren Untersuchung kann leicht der Irrthum unterlaufen, Cholesterin-Crystallnadeln, welche merkwürdigerweise sich bei der Färbung und Entfärbung, wie die Tuberkelbacillen verhalten, für Letztere anzusehen, natürlich nur dem Ungeübten. Ich mache aber aufmerksam, dass solche Irrthümer, selbst beim Ungeübten, wesentlich eingeschränkt werden, wenn man nicht wie die meisten Bacteriologen — den ganz offenen Condensor zur Beschau verwendet, sondern soviel abbleudet, dass die Contouren bei ungeschwächter Intensität der Farbe hervortreten, ohne Diffractionsräume zu zeigen. Man sieht dann die Form der Objecte im Gesichtsfelde viel besser — als bei der maximalen Beleuchtung, welche man ja zur Vermeidung von Irrthümern zur Controle heranziehen kann; und die Form der Tuberkelbacillen ist eine so charakteristische, dass sie jeden Irrthum ausschliesst. Nicht so die Farbe, welche, wie ja einer der enragirtesten Anhänger der maximalen Beleuchtung mit offenem Condensor, Dr. med. Carl Günther in seiner „Einführung in das Studium der Bacteriologie“ auf Seite 182 u. ff. (2. Auflage, 1892) in einem Athem mit der in einer Fussnote angebrachten neuerlichen Empfehlung, ja nur mit ganz offenem Condensor zu arbeiten, angibt, durchaus nicht nur von den Tuberkelbacillen angenommen und festgehalten wird, sondern auch von manchen Schimmelpilzsporen, Mikrococcen, Haaren u. dgl., so dass diesfalls für den Ungeübten Vorsicht geboten ist, namentlich

wo es sich um so wichtige Constatirungen handelt, wie bei der Untersuchung des Sputums auf Tuberkelbacillen! Die beste Richtschnur, um Irrthümer zu vermeiden, wird hier die alte mikroskopischo Regel sein, das fragliche Object nicht nur mit einer Art, sondern mit verschiedenen Arten der Beleuchtung zu untersuchen, zu welchen Modificationen ja jedes besseremoderne Mikroskop — und nur ein solches kann zu Bacillenuntersuchungen mit Sicherheit benützt werden — die Einrichtung besitzt. Hartnig, der berühmte Classiker der Mikroskopie, sagt hierüber sehr schön:

„Ein Beobachter, der einen Gegenstand nur in einem besonderen Zustande der Beleuchtung durch ein Mikroskop geschaut hat, besitzt davon eine gleich unvollständige Vorstellung, wie ein durchziehender Reisender von einer schönen Landschaft, auf die er blos im Vorbeigehen einen Blick geworfen hat und in der sich, je nachdem sie von der Morgen- oder Abendsonne beschienen oder durch die Mittagssonne im vollen Glanze bestrahlt wird oder aber mit schwarzem Gewölke bedeckt ist, abwechselnde neue Schönheiten dem Auge darstellen.“ Wenn wir also, wie beschrieben, die Untersuchungen auf Tuberkelbacillen auf's gewissenhafteste vorgenommen haben und in einem Präparate (man macht von einem auf den schwarzlackirten Teller gebrachten Sputum gewöhnlich mehrere Deckglastrockenpräparate und sucht dabei mit der ausgedlühten Platinnadel kleine, käsige Bröckchen zu erhaschen, denen man das winzige Körnchen des „auszustreichenden“ Materiales entnimmt) Tuberkelbacillen gefunden haben, so obliegt natürlich die weitere Diagnose und Prognose nach Menge und Intensität der Nebenerscheinungen dem behandelnden Arzte; nichtsdestoweniger wird es aber gut sein, wenn sich auch der untersuchende Apotheker über die Bedeutung seines Befundes, bezüglich welches ja manche bange Frage oft an ihn gestellt werden dürfte — einigermassen Rechenschaft geben kann. Ueber die diesfälligen einschlägigen Gesichtspunkte werden die folgenden Zeilen handeln.

Die Lungen- oder auch die Kehlkopf- und Luftröhrenschwindsucht, bei welcher wir Tuberkelbacillen im Sputum finden, ist zweifellos als Tuberculose der Lungen, respective als Tuberculose des Kehlkopfes und der Luftröhre anzusehen. Da nun der Tuberkelbacillus in grösserer Menge stets blos in den Absonderungen tuberculöser Processe gefunden wird und ausserhalb des menschlichen Körpers (nach Cornet) auch nur dort vorkommt, wo phthisisches Sputum Gelegenheit hat, anzutrocknen und dann zu verstäuben, so kann der Befund von Tuberkelbacillen in Sputum in der Regel keineswegs damit erklärt werden, dass das betreffende Individuum dieselben etwa soeben mit dem Staube aspirirt hat. Andererseits aber wäre es nach Dr. Friedländer in Berlin, welcher diese Fragen eingehend studirt hat, ein grober Fehler, aus dem Befunde von Tuberkelbacillen im Sputum den Schluss zu ziehen, dass der betreffende Patient der allgemeinen Tuberculose verfallen, und in Folge dessen verloren ist, vielmehr steht fest, dass beim Menschen die durch Tuberkelbacillen verursachte Affection in vielen Fällen durch Jahre und Jahrzehnte hindurch relativ gutartig und local begrenzt bleibt, eventuell mehr oder minder vollständig ausheilt. Dr. Friedländer sagt: „Wir werden also aus dem Befunde der Tuberkelbacillen im Sputum stets eine ernste, aber durchaus nicht ohne Weiteres eine unbedingt schlechte Prognose abzuleiten haben: es ist ja bekannt dass selbst ausgedehnte phthisische Zerstörungen in den Lungen unter günstigen Umständen zum Stillstande kommen und dass nicht jede Phthisis incipiens zur Zerstörung der Lunge führen muss. Jedenfalls aber wird die Diagnose der tuberculösen Erkrankung auf das Regimen des Patienten etc. von bestimmendem Einflusse sein.“ Wir fügen hier hinzu, dass vielleicht das Klebs'sche Tuberculocidin berufen sein wird, in den Anfangsstadien der Tuberculose den Tuberkelbacillen Paroli zu bieten. „Principiis obsta, sero medicina paratur.“

Darüber, ob bei bestehendem Auswurfe, Abmagerung etc. unter gleichzeitigem constanten Fehlen von Tuberkelbacillen im Sputnm ein Abscess, zerfal-

lender Tumor u. dgl. vorhanden ist, wird im speciellen Falle stets der Arzt zu urtheilen haben, wir constatiren nur, dass beim Mangel von Tuberkelbacillen im Sputum trotz wiederholter genauer Untersuchungen, selbst wenn der Patient stark auswirft und herabkommt, von Tuberculose niemals die Rede sein kann. Aber auch hier kann uns das Trockenpräparat einigen Aufschluss geben. Färben wir das Trockenpräparat mit Vesuvin in den Structuren und fehlen die etwa mit Gentianaviolett zu färben versuchten Tuberkelbacillen, so werden wir nunmehr den übrigen, mit Vesuvin braungelb gefärbten Structurelementen erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden haben. Findet man unter denselben nebst Eiterkörperchen auch die in Figur 91 nach Frey abgebildeten sogenannten elasti-



Fig. 91.

schen Fasern (jedoch keine Tuberkelbacillen), so kann man, da diese elastischen Fasern Bestandtheile des Lungengewebes sind, zuverlässig auf einen anderweitigen Zerstörungsprocess in den Lungen schliessen, der ja nicht gerade tuberculöser Natur sein muss, z. B. einen im Zerfall begriffenen Tumor, einen Abscess etc. Die erwähnten elastischen Fasern finden sich übrigens, wenn auch in geringerer Quantität, in den Sputumpräparaten bei heftigen Lungenentzündungen, und was sehr wichtig ist — unter gleichzeitiger Anwesenheit von Tuberkelbacillen bei vorgeschrittener Tuberculose. Dieselben sind nämlich Bestandtheile des normalen Lungengewebes und werden bei jeder Zerstörung desselben mit dem Auswurfe nach aussen befördert.*)

Wir schliessen mit dieser Erörterung unsere Ausführungen über das Deckglastrockenpräparat als gebräuchlichste Art der Anilinfärbung der Bacterien und gehen über zur

Färbung der Geisseln an den Bacterien.

Loeffler ist es gelungen, am Trockenpräparate eine verbesserte Färbung der Geisseln, wie solche z. B. die Cholerabacillen besitzen, mittelst Anilinfarben durchzuführen. Diese Geisseln färben sich nämlich bei den bisher angeführten Färbemethoden nicht. Die wie gewöhnlich hergestellten Trockenpräparte werden mit einer Beize, bestehend aus 20 Theilen Tannin und 80 Theilen Wasser, wobei man zu je 10 ccm der Beize 5 ccm einer kaltgesättigten, wässerigen Ferrosulfatlösung und 1 ccm Fuchsinlösung zusetzt, angetropft, sammt der Beize unter Hin- und Herneigen bis zum Sieden erhitzt und mit reinem Wasser sorgfältig abgespült. Nun wird das Gläschen durch Abblasen wie gewöhnlich getrocknet und das getrocknete Deckglas mit der oben beschriebenen Ehrlich'schen Anilin-Gentianaviolett- oder Anilin-Fuchsinlösung betropft, leicht erhitzt, mit Wasser abgewaschen, wieder getrocknet und in Canadabalsum eingeschlossen. Zur Behandlung der Cholerabacillen säuert man 16 ccm der gedachten Beize mit einem Tropfen engl. Schwefelsäure an, worauf sich die Geisseln besonders deutlich darstellen. Wir schliessen damit die Behandlung des Deckglastrockenpräparates und gehen über zur

Färbung von Bacterien in Schnitten.

Wir haben oben ausführlich über die Anfertigung mikroskopischer Schnittpräparate gehandelt und so brauchen wir hier blos zu erwähnen, dass man die Schnitte für bacteriologische Zwecke 1. aus in Alkohol gehärtetem Material anfertigt, 2. dieselben möglichst dünn macht,

*) Vor Verwechslung solcher Fasern mit Nahrungsfragmenten ist der Ungeübte niemals sicher und soll deshalb ein Anfänger solch' eine Diagnose niemals ohne Entnahme von Sputis desselben Individuums, (welches sich Mund und Zähne wohl reinigen und nüchtern sein soll) zu mehreren verschiedenen Malen stellen. Eine chemische Reaction auf elastische Fasern folgt im nächsten Abschnitt, sichert aber auch nicht vor Fehldiagnosen, da z. B. nach Genuss eines Beuschels, welches elastische Fasern in Menge enthält, wirklich elastische Fasern von dem betreffenden Thiere im Sputum vorkommen können und sowohl den eigenthümlichen Glanz, als die charakteristische chemische Reaction derselben zeigen. Anm. des Verf.

letzteres weil man zur Untersuchung auf Bacterien natürlicher Weise viel stärkere und daher lichtschwächere Vergrösserungen anwendet, als zu histologischen Beobachtungen, ersteres, weil viele Bacterien, so z. B. die Recurrensspirillen äusserst empfindlich gegen Säuren sind, in denen sie sich auflösen, also die Behandlung mit Chromsäure und ähnlichen Härtungsflüssigkeiten nicht überdauern würden. Von den Cholerabacillen wird ja eine ähnliche Empfindlichkeit gegen Säuren behauptet und so wenig wir sonst geneigt sind, die Bacterien zu schonen, so sehr müssen wir ihrer individuellen Empfindlichkeit Rechnung tragen, wenn wir sie bei einer Untersuchung in concreto nachzuweisen haben. Im Uebrigen können wir alle bei der Herstellung von Trockenpräparaten zum Färben der betreffenden Bacterien und Structuren verwendeten Färbflüssigkeiten und Methoden anwenden, so namentlich die Gram'sche und die Gram-Günther'sche Methode. Für gewöhnliche Färbungen, bei denen auch die Zellkerne gefärbt erscheinen, eignet sich die Löffler'sche Methylenblaulösung, ein Gemisch aus 30 ccm alkoholischer, gesättigter Methylenblaulösung und 1·00 ccm Kalilauge, bestehend aus 1 Thuil Kalihydroxyd und 10.000 Gewichtstheilen Wasser. Diese Lösung ist sehr haltbar. Die Färbung des Schnittes erfolgt stets in einem Porcellanschälchen von Uhrglasform, eventuell unter Anwendung von Erhitzung bis zum Dampfen; hierauf wird mit einer Nadel der Schnitt auf 5 Minuten in Wasser übertragen, aus dem Wasser in eine 5%ige Essigsäure, welche den Schnitt vor Ueberfärbung sichert und etwas aufhellt, aus der Essigsäure in gewöhnlichen Alkohol auf $^1/_2$ Minute, aus diesem in absoluten Alkohol auf eine weitere halbe Minute, aus diesem in Nelkenöl, welches den Schnitt aufhellt und dessen Aufbewahrung in harzigen Substanzen, wie z. B. in Canadabalsam, möglich macht, auf 1 Minute gebracht; dann wird der Schnitt mit dem Spatel auf den Objectträger übertragen, mit Filtrirpapier abgetupft, das Deckglas mit einer Pincette unter thunlichster Vermeidung von Luftblasen in der Weise aufgelegt, dass es zuerst mit dem einen Rande auf den Canadabalsamtropfen, welcher den Schnitt bedeckt, gebracht, und dann langsam sinken gelsssen wird, und das Präparat ist zur Untersuchung fertig.

Näher auf die speciellen Methoden der Bacterienfärbung einzugehen, als wir es schon gethan haben, ist in diesem Leitfaden nicht möglich und gehört überhaupt mehr in den Rahmen eines Lehrbuches der Bacteriologie; das Vorgebrachte dürfte aber genügen, die erste Anleitung zu selbstständigen Untersuchungen zu bieten. Wir schliessen hiemit die Erörterung der Tinctionen und gehen über zu den chemischen Reactionen im engeren Sinne, welche unter dem Mikroskope vorgenommen zu werden pflegen.

Die chemischen Reactionen unter dem Mikroskope.

Wir haben schon oben den Unterschied zwischen Tinctionen und chemischen Reactionen im engeren Sinne auseinandergesetzt und die Tinctionen, welche eine specielle Art der mikroskopischen Technik bilden, ausführlich behandelt.

Für jene Kreise, welchen dieser Leitfaden bestimmt ist — wird es nicht nothwendig sein, die chemischen Reactionen des Langen und Breiten zu erörtern, denn diese Kreise sind vermöge ihres Berufes mit denselben hinlänglich vertraut und wir werden uns hier auf die sogenannten morphologischen Reactionen und auf die Besprechung der Art und Weise der Application der chemischen Reagentien beschränken können.

Die morphologischen Reactionen bilden ebenso wie die Tinctionen eine specielle Art mikroskopischer Untersuchung oder vielmehr die Tinctionen sind eigentlich eine Art der morphologischen chemischen Reactionen. Die morphologischen Reactionen haben den Zweck, durch Application ver-

schiedener Reagentien auf das Object die Gestaltungsverhältnisse desselben deutlicher hervortreten zu lassen, wie dies auch bei den Tinctionen der Fall war. Ein Beispiel wird uns dies klar zeigen. Handelt es sich z. B. um Nachweis von Zellkernen in Geweben ohne Färbung, so braucht man blos einen dünnen Schnitt dieses Gewebes auf einen Objectträger zu legen, einen Tropfen Aq. dest. auf das Object zu appliciren, dann mit einem (möglichst grossen!) Deckgläschen zu bedecken und an die Seite dieses Deckgläschens einen Tropfen conc. Acid. acet. glac. zu bringen (mittelst Glasstäbchens). Sieht man nun den Schnitt durch das Mikroskop bei etwa 300—400maliger Vergrösserung an, so wird man bemerken, wie mit der fortschreitenden Diosmose zwischen Wasser und Essigsäure der plasmatische Theil des Gewebes sich aufhellt, ja förmlich auflöst und die Gestalt der Zellkerne, namentlich bei Abblendung mit enger Blende scharf und deutlich (ohne Färbung) hervortritt. Hier hat eben die Essigsäure als morphologisches („gestalthervorhebendes“) Mittel gewirkt. Aehnlich wirkt die Essigsäure „aufhellend“ auf alles Bindegewebe und hebt die in demselben eingelagerten Nerven, elastischen Fasern etc. scharf hervor, da diese letzteren ihr Widerstand leisten. Ein anderes Beispiel eines morphologischen Reagens ist die Schwefelsäure. Will man z. B. den Aufbau des thierischen Haares aus dachziegelförmig an- und übereinander gelagerten epidermoidalen Zellen nachweisen, so bedeckt man ein Stückchen Menschenhaar, nachdem man einen Tropfen einer auf das Dreifache ihres Volumens mit Wasser verdünnten englischen Schwefelsäure darauf gebracht hat, mit einem grossen Deckglase und untersucht nach einigen Minuten mit 200—300maliger Vergrösserung, worauf man die Abblätterung der vorgenannten Zellen deutlich wahrnehmen wird. Aehnlich wirkt Kalilauge von 4·6% (Moleschott) wenn man das Haar in derselben im Kühlen 40 Stunden liegen lässt und dann mikroskopisch betrachtet.

Essigsäure und Schwefelsäure sind also morphologische Reagentien. Dass sie auch analytische sind — ist bekannt. Analytisch werden dieselben unter dem Mikroskope geradeso verwendet, wie sonst in der Chemie und es ist unrichtig, wenn man aus der Anwendung analytischer Reagentien unter dem Mikroskope eine eigene Wissenschaft oder sagen wir einen besonderen Zweig mikroskopischer Technik, die sogenannte „Mikrochemie“ constituiren zu können und mit derselben mehr zu erreichen glaubt, als mit der Chemie im Allgemeinen.

Hierüber sagt Rochleder, welchen Hofrath Vogl in seinem trefflichen Commentar zur Ed. VII der Pharm. Austr., II. Bd., Allgem. Theil, Seite 534 citirt, sehr treffend: „Kein Mensch glaubt, dass man einfachere Methoden bei einer chemischen Analyse in Anwendung bringen uud sich mancher Reagentien entschlagen könne, wenn man Brillen dazu aufsetzt. Das Mikroskop ist aber eben nichts als eine Brille, die uns gestattet, Dinge wahrzunehmen, die wir mit freiem Auge wegen ihrer Kleinheit nicht sehen können; es erspart uns keine chemische Operation und kein chemisches Reagens, so wenig, als eine Brille einem kurzsichtigen oder weitsichtigen Chemiker derlei zu ersparen im Stande ist.“

Dieser Standpunkt ist auch unser Standpunkt und deshalb gehen wir in diesem Leitfaden nicht ausführlich auf die mikrochemische Analyse ein, weil wir sonst ein Lehrbuch der analytischen Chemie schreiben müssten. Nur Beispiele wollen wir erwähnen, die besonders in der mikroskopischen Praxis öfter vorkommen.

Wir haben z. B. in einem Gewebe Einlagerungen bemerkt, deren Zusammensetzung wir nicht kennen. Um sie deutlicher zu machen, fügen wir Essigsäure hinzu und siehe da, statt besser hervorzutreten — verschwinden dieselben ganz und es treten zahlreiche Luftblasen auf. Was ist geschehen? Die Essigsäure hat ein Gas frei gemacht und wir können mit Recht schliessen, jene Einlagerungen haben aus kohlensaurem Kalk bestanden. Die wichtigste derlei Anwendung findet die Salzsäure zur Entkalkung von Geweben, welche kohlensaueren Kalk enthalten, z. B. Knochen, Zähne u. dergl. und wirkt hier, indem sie dadurch auch die Gestalt der organischen Bestandtheile aufklärt, gleichzeitig als morphologisches

Reagens. Die meisten Reagentien haben diese Doppelstellung als analytische und morphologische; eine Auswahl derselben hat besonders häufige Anwendung unter den Mikroskopikern gefunden, weshalb man sie mit Vorliebe als mikrochemische Reagentien κάτ' ἐξοχήν bezeichnet und man hat ihnen auch alle zur Härtung (vergl. oben: „Die Schnittmethoden") und weiteren Präparation, ja, sogar zur Tinction gebräuchlichen Mittel chemischer Provenienz angefügt, so dass deren Anzahl durch die täglichen neuen „Entdeckungen" immerwährend anwächst und auf den Anfänger, sei er auch chemisch gebildet, nur verwirrend wirken kann. Ein Preiscourant einer grösseren Specialitäten-Firma, wie z. B. Rud. Siebert in Wien, weist dies nach. Wir sehen daher von einer solchen Aufzählung, so nothwendig dieselbe im Specialwerke sein mag, hier ab und verweisen diesfalls auf ein Werk, welches gewiss jeder Leser dieser Arbeit besitzt oder besitzen soll, nämlich den Allgem. Theil des II. Bandes von Aug. Vogl's Commentar zur Ed. VII der österreichischen Pharmacopoe, Seite 534; an dieser Stelle findet der Leser eine erschöpfende Synopsis der in der Pharmacognosie bewährten Reagentien und es wäre anmassend, hier etwas beifügen zu wollen; der Zweck vorliegenden Leitfadens ist vielmehr, den Kreisen, für welche er bestimmt ist, das ihnen mehr fremde Moment in der mikroskopischen Technik, also den optischen und mechanischen Apparat, dessen Handhabung, ferner die Präparirmethoden mittelst Schnitt und Färbung, die mikroskopische Bacterienuntersuchung u. s. w., mundgerecht zu machen, nicht aber mit ihnen von massgebender Seite in mustergiltiger Darstellung Gebotenes überflüssigerweise wiederzukäuen.

Die Application mikrochemischer Reagentien zu schildern, ist dagegen ganz unsere Sache. Dieselbe erfolgt entweder unter dem Mikroskope während der Beobachtung, wobei der Tisch des Mikroskopes, falls er nicht ohnedies aus Hartgummi besteht — mittelst einer der Form und Grösse des Tisches angepassten Glasplatte zu schützen ist — oder ausserhalb des Mikroskopes. Die letztere Applicationsweise bedarf keiner weiteren Erörterung, wohl aber die erstere.

Das Mikroskop ist nämlich ein gar heikles und kostbares Instrument und Säuredämpfe etc. greifen mit der Zeit nicht nur die Metalltheile, sondern auch die Linsen und Spiegel des Instrumentes an. Was immer man also ausserhalb des Instrumentes, ja ausserhalb des Raumes in welchem es steht, vornehmen kann, nehme man ja nicht auf dem Instrumente vor. Muss man aber unter der Frontlinse eine chemische Reaction vornehmen, so thue man es nicht ohne Cautelen. Früher hatte man zum Schutze der Frontlinse der Objective sogen. Stiefel im Gebrauch d. h. kurze, mit einem Planglase geschlossene Messingröhrchen, welche an ein an der Aussenfläche des Linsensystems eingedrehtes Gewinde angeschraubt wurden. Da aber dieses Hilfsmittel nur bei schwächeren Systemen Anwendung finden konnte und sich bei den ganz schwachen durch ein mit Klebwachs an der Fassung der Frontlinse hermetisch angeklebtes Deckglas ersetzen liess, so wird es heute nur noch selten angewendet. Am besten ist es, wenn es sich darum handelt, die Einwirkung chemischer Agentien auf ein unter dem Mikroskope befindliches Object zu beobachten, ein recht grosses Deckglas zu verwenden, eventuell, wenn diese Einwirkung langsam erfolgen soll, sich folgenden Kunstgriffes zu bedienen. Auf den Objectträger kommt das zu behandelnde Object in eine neutrale Flüssigkeit, z. B. destillirtes Wasser; darauf kommt ein ausgezupfter Leinwandfaden, der den Rand des Objectes berührt oder noch besser ein hohler Glasfaden, den man sich durch Ausziehen eines Glasröhrchens in der Spiritus- oder Bunsenflamme leicht herstellen kann mit einem Ende aufgelegt; das andere Ende des Leinwand- oder Glasfadens kommt auf die rechts liegende Hälfte des Objectträgers und nun wird mit einem grossen (mindestens 18 mm im Durchmesser haltenden) Deckglase bedeckt.

Fig. 92 zeigt die ganze Veranstaltung. *ABCD* ist der Objectträger; *abcd* das Deckglas, *o* das zu behandelnde Object, *f* der Leinen- oder Glasfaden; in *T* wird nun ein Tropfen desjenigen Reagens angebracht, welches man auf das Object *o* einwirken lassen will; in Folge dessen, dass der Faden capillär wirkt, entsteht ein Herüberströmen des chemischen Re-

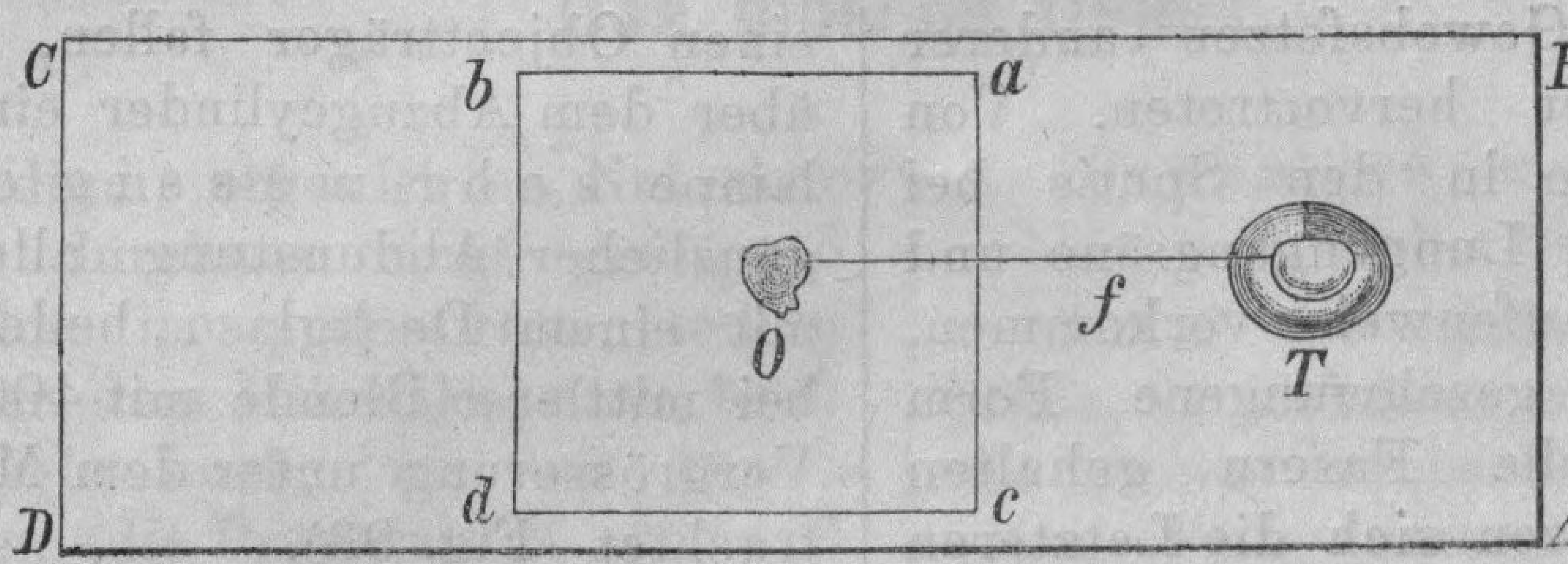


Fig. 92.

agens vom Tropfen *T* zum Object *o*. Auch zum allmäligen Auswaschen von Objecten kann diese Veranstaltung dienen, wenn man an der linken Scite bei *bd* ein Streifchen Filtrirpapier ansetzt, das die Waschflüssigkeit wegsaugt und wenn man den Tropfen *T* stets durch einen neuen Tropfen der Waschflüssigkeit ersetzt. Natürlich muss auch die neutrale Flüssigkeit, in der das Object *o* unter dem Deckglase abcd zu liegen kommt — durchaus nicht Wasser sein; sie muss auch nicht immer neutral im wahren Sinne des Wortes sein. Ein Beispiel wird dies erläutern.

Unter das Deckglas *abcd* bringe man als Object ein winziges Knäulchen hydrophile Watte, und zwar in einem Tropfen einer Mischung aus 2 Th. Jod, 3 Th. Jodkalium, 70 Th. Glycerin, 15 Th. Wasser und 15 Th. Alkohol (Hager), bringe an das Knäulchen Watte einen Glasfaden mit dem einen Ende, während das andere Ende an der Stelle *T* des Objectträgers frei liegt und beobachte mit einer 150—200maligen Vergrösserung. Man wird kaum etwas anderes wahrnehmen, als etwa eine leicht gelbliche Färbung der Baumwollfäden aus denen das Knäulchen Watte besteht. Nun bringe man, während das Watteknäulchen im Gesichtsfelde des Mikroskopes sich befindet, einen Tropfen Acid. sulf. anglican. an das andere freie Fadenende *T* und blicke durch das Mikroskop; man wird sehen, dass sich nun die Baumwollfäden blau färben, ähnlich wie Stärke in Jodlösung, dass sie schliesslich aufquellen, ihre Conturen gallertartig verschwimmen und schliesslich ganz verschwinden. Die Baumwollfäden bestehen nämlich aus Cellulose und wir haben die Reaction auf Cellulose ausgeführt, welche übrigens durch eine exactere ersetzt worden ist, nämlich durch die Chlorzinkreaction.

Das Chlorzinkjod bereitet man sich in der Weise selbst, dass man in einem Becherglase einige Stückchen metallisches Zink in reiner concentrirter Salzsäure löst, die Mischung filtrirt und dann in einer Abdampfschale bis zur Syrupdicke eindampft. In diese Chlorzinklösung gibt man dann so viel Jodkali, als sich darin bei gewöhnlisher Temperatur löst und fügt noch einige Körnchen crystallisirtes Jod hinzu. Ein Tropfen dieses Reagens auf ein Object gegeben, zeigt uns durch sofortige Blau-violett-Färbung die Anwesenheit von Cellulose an, was mit Rücksicht auf das häufige Vorkommen dieses Stoffes in der organischen Natur sehr wichtig für organisch-analytische Arbeiten ist.

Wir haben diesen Fall mikro-chemischer Analyse blos beispielsweise erwähnt und verweisen, aus obenerwähnten Gründen den Leserkreis, für welchen dieser Leitfaden zunächst bestimmt ist, auf den Commentar zur Pharmacopoe Ed. VII in welchem sich nicht nur die nothwendigsten Reagentien, sondern auch Anwendungsbeispiele für mikrochemische Arbeiten vorfinden, so z. B. über Cellulose auf S. 579 des Allgemeinen Theiles (II. Band).

Hier gilt es nur Dasjenige zu lehren, was sich dabei auf die Technik des modernen Mikroskopes selbst bezieht oder was in der Praxis häufiger vorkommt, ohne aus der Vorbildung jener Kreise, für welche diese Arbeit bestimmt ist, bekannt zu sein. Handelt es sich z. B. in dem oben erwähnten Falle der Sputumuntersuchung, elastische Fasern sicher als solche zu erkennen, so führt man die Unterscheidung von Baumwoll- und Leinenfasern etc. leicht herbei, wenn man Chlorzinkjod einwirken lässt; die Cellulose der Baumwoll- und Leinenfasern wird blau gefärbt und gelöst, die elastischen Fasern bleiben resistent. Essigsäure lässt die elastischen

Fasern auch in Gewebsfetzen anderer Provenienz schärfer hervortreten. Von Fettsäurenadeln, die in den Sputis bei putrider Bronchitis, Lungengangräne und ähnlichen Leiden haufenweise vorkommen, und durch ihre geschwungene Form leicht für elastische Fasern gehalten werden können, lassen sich die Letzteren bei Zusatz von Benzin leicht unterscheiden, da die Fettcrystalle in Benzin gelöst werden, die elastischen Fasern dagegen nicht.

Die mikrochemische Untersuchung von Blutflecken auf Holz, Metall, Leinwand etc. bildet einen wichtigen Theil der gerichtlichen Anwendung des Mikroskopes. Alte, eingetrocknete Blutflecken werden abgeschabt und das Abgeschabte in Kalilauge von 33% Concentration gebracht, mit einem Deckglase gedeckt und mikroskopisch bei 500maliger Vergrösserung untersucht. Es gelingt dabei oft noch, die charakteristischen Blutkörperchen zur Anschauung zu bringen. Doch ist diese Methode durchaus nicht genügend sicher, oft zeigen sich keine Blutkörperchen mehr und es war doch ein Blutfleck. Sicherer ist die Methode, mittelst mikrochemischer Reaction die braunrothen charakteristischen Haematinhydrochlorid-Crystalle herzustellen, welche T e i c h m a n n kurz Haemincrystalle benannt hat. Zu deren Herstellung kratzt man von Holz oder Metall den Blutfleck vorsichtig ab (bei Metall ist achtzugeben, dass nicht Metallsplitter mitgekratzt werden), von Leinwand schneidet man den Blutfleck heraus und weicht im ersten Falle das Geschabsel, im zweiten Falle den befleckten Stoff in lauwarmem Aq. destill. (2—3 ccm) ein. Dabei drückt und quetscht man die abgeschabte Masse, resp. die Stofffetzen gut durcheinander. Diese Flüssigkeit giesst man aus der kleinen Reibschale, in der man die Operation des Quetschens und Drückens am zweckmässigsten vornimmt, in ein Glasschälchen ab, setzt 3—4 Tropfen Acid. acet. glaciale und 1 cgr Kochsalz zu und lässt nach Umrühren mit einem Glasstabe von demselben Glasstabe einige Tropfen auf einen Objectträger fallen, welchen man über dem Abzugcylinder einer Petroleumlampe s e h r m ä s s i g erwärmt, nach gänzlicher Abdunstung aller Flüssigkeit mit einem Deckglase bedeckt und nun bei mittlerer Blende mit 400—500maliger Vergrösserung unter dem Mikroskope betrachtet (Fig. 93).

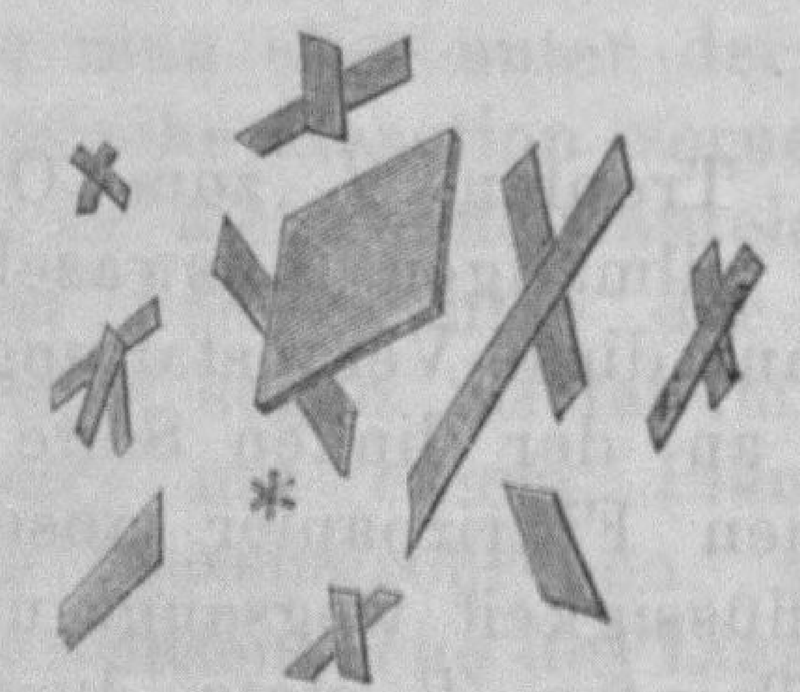


Fig. 93. Teichmann'sche Haematinhydrochlorid-Crystalle.

Man hat diese Methode vielfach durch andere, weniger umständliche zu ersetzen gesucht, welche ja als Schulversuche einen Werth haben mögen; in der Praxis, wo z. B. im Falle des Leugnens des Beschuldigten, dass ein Fleck am Gewande, Fussboden etc. Blut sei, der Gegenbeweis durch Haematinnachweis einer halben Verurtheilung gleichkommt — darf man in solchen Fällen auf Zeitersparniss nicht schauen. Bei älteren Flecken Thierblut von Menschenblut zu unterscheiden ist noch nicht gelungen und selbst bei frischen Flecken ist der Beweis kein hinlänglich exacter, um ihn in der Praxis von Bedeutung erscheinen zu lassen. Wer hierüber Näheres erfahren will, den verweisen wir auf Handbücher der gerichtlichen Medicin, wie z. B. das von Professor H o f f m a n n in Wien oder auf F r i e d l ä n d e r's „Mikroskopische Technik", Berlin bei Theodor F i s c h e r, 1884, S. 87. — Zur mikrochemischen Methode würde auch die mikroskopische Untersuchung der Harnsedimente etc. gehören, doch können wir dieselbe, da sie ein Buch für sich füllen würde, in unserem Leitfaden, nicht behandeln sondern verweisen diesfalls auf die treffliche Anleitung in Dr. Giulio B i z z o z e r o's Handbuch der klinischen Mikroskopie, deutsche Ausgabe, Erlangen 1883 und schliessen hiemit den Abschnitt über die chemischen Reactionen.

Das lebende Object.

Zum Studium organisirter Naturkörper ist es durchaus nicht genügend, dieselben blos im präpairirten (todten) Zustand unter dem Mikroskope zu beobachten, so sehr auch, wie wir bereits gesehen haben, die Präparation, also z. B. die Färbung, einen tieferen Einblick in deren Structur zu verschaffen vermag, vielmehr wird es sich empfehlen, die Lebenserscheinungen mancher derselben zu verfolgen und damit der Erkenntniss ihres Seins näher zu treten, indem ja dieses Sein nichts Anderes ist, als fortwährendes Werden.

Um diese Beobachtung lebender Objecte zu ermöglichen, musste die mikroskopische Technik darauf bedacht sein, Mittel zu ersinnen, welche dem lebenden Organismus auch auf dem Tische des Mikroskopes einerseits womöglich jene Bedingungen schaffen und durch die Zeit, während welcher die Beobachtung dauert, erhalten, wie ihm solche gemeiniglich zu seinem Fortbestande nothwendig sind, andererseits gestattet, denselben experimentellen Eingriffen zu unterziehen (z. B ihn zu elektrisiren). Eine ausführliche Darstellung aller für diese Zwecke ersonnenen Methoden und Apparate würde ein Buch für sich allein ausmachen und ist Sache eines biologischen Specialwerkes; die wichtigsten Kunstgriffe jedoch müssen wir auch in diesem Leitfaden anführen.

Für die meisten der mikroskopischen Beobachtung zu unterziehenden Objecte ist es eine wichtige Bedingung ihrer Lebensthätigkeit, sie in demselben Medium, in welchem sie leben, zu betrachten, sei dies nun Luft oder Wasser und unbeschadet ihrer Festhaltung im Gesichtsfelde des Mikroskopes, ihnen denn doch so viel Freiheit der Bewegung zu sichern, dass keine Lähmung der eben zu beobachtenden Lebensfunctionen eintritt. Einige Beispiele werden dies in diesem Leitfaden am Besten zu versinnlichen vermögen und muss es dann der Findigkeit des geehrten Lesers überlassen bleiben, sich nach den gegebenen Beispielen auch für andere Fälle die nothwendigen Behelfe zuzurichten.

A. G r ö s s e r e, m i t f r e i e m A u g e s i c h t b a r e O b j e c t e.

Eines der einfachsten Beispiele ist jenes, in welchem es sich darum handelt, ein kleines durchscheinendes Insect, etwa einen Floh, unter dem Mikroskope bei verschiedenen Vergrösserungen zu beobachten. Früher hatte man für derlei Fälle mehr weniger complicirte Vorrichtungen im Gebrauch, wie solche noch heute grösseren englischen Mikroskopen beigegeben zu werden pflegen und welche im Wesentlichen aus einer kleinen flachen unten offenen Messingbüchse mit einem doppelten Glasdeckel bestehen, wobei sich der eine Deckel dem anderen mittelst eines feingeschnittenen Schraubengewindes nähern oder von ihm entfernen lässt.

Bringt man nun ein kleines Thierchen z. B. einen Floh mittelst einer Pincette (federndes Zängelchen mit feinen Spitzen) zwischen beide Glasdeckel und schraubt selbe zusammen, so ist es klar, dass man das Thierchen durch sanften Druck festzuhalten und so sammt der Büchse über die Oeffnung des Mikroskoptisches zu bringen und längere Zeit lebend zu beobachten vermag, wobei der sanft regulirbare Druck dazu beiträgt, den Körper des Thierchens mehr in eine Ebene zu bringen und es ermöglicht, bei recht kräftiger Durchleuchtung (alle Blenden entfernen, Hohlspiegel einstellen) in dem Thierchen nicht nur die Pulsation des statt eines Herzens fungirenden Rückengefässes wahrzunehmen, sondern auch die wurmförmige Bewegung des Darmes, die Verdauung, ja sogar den Umlauf der die Stelle des Blutes der Vertebraten vertretenden Ernährungssäfte längere Zeit zu beobachten.

Obgleich, wie wir gleich weiter unten sehen werden, durch ganz einfache Kunstgriffe und Vorrichtungen derlei Beobachtungen auch ohne Thierbüchsen unter den modernen Mikroskopen sich anstellen lassen, so können wir nicht umhin zu bemerken, dass diese Thierbüchsen im Wesentlichen ein auch zu anderen Zwecken dienliches Hilfsinstrument des Mikroskopikers, ein sogenanntes C o m p r e s s o r i u m darstellen d. i. einen Apparat, welcher es ermög-

licht — auf mikroskopische Objecte einen regulirbaren Druck, eventuell auch während der Beobachtung — auszuüben. Solche Compressorien sind auch heute noch, wenn auch nicht gerade zum Festhalten lebender Thierchen, so doch anderweitig, z. B. in der Histologie der Pflanzen behufs Abflachung zu beobachtender frischer Pflanzentheile, behufs Veranlassung der Berstung von mit zur Untersuchung bestimmtem Zellinhalt gefüllter grösserer Zellen und dgl. im Gebrauche (wenn sie sich auch vielfach durch einfachere Hilfsmittel, etwa Drücken mittelst eines Skalpellstieles auf das an den beiden seitlichen Kanten mit je einer haardünnen Rolle Terpenthinwachs oder dgl. unterlegte Deckglas ersetzen lassen) und wir wollen deshalb eines der modernsten derlei Compressorien, nämlich das von Schacht erfundene, von Schulze verbesserte Hebelcompressorium betrachten.

Fig. 94 veranschaulicht das Schacht-Schulze'sche Compressorium in halb natürlicher Grösse. *B* ist ein Messingbügel, mittelst welchem das Ganze seitlich an den Objecttisch eines Mikroskopes, zu dem das Instrument eigens angepasst werden muss, mit der Schraube *S* angeschraubt wird. Auf diesem Bügel ist das Hebeluntergestell *m* um den Drehpunkt *qu* in horizontaler Ebene mit leichter Reibung drehbar befestigt. In dem Lager *o* des Hebelgestelles dreht sich der Hebel *h* in verticaler Ebene. An dem einen Ende des Hebels ist eine Nase *n* eingefeilt, an welcher die Feder *f* eingreift und dabei die Tendenz hat, *n* niederzudrücken, während die durch ein in den Hebel gebohrtes, mit Schraubenwindungen nach Art der Mikrometerschrauben versehenes Loch gehende Schraube *s* dem Druck der Feder *f* entweder nachgibt oder entgegenwirkt, je nachdem sie aus dem Loche des Hebels *h* herausgeschraubt oder tiefer hineingeschraubt wird, in welch' letzterem Falle sich die kegelförmige Spitze der Schraube *s* gegen die Bodenplatte des Hebelgestelles *m* stemmt und so den Hebelarm *h* herabdrückt. Dieser Druck kommt nun auf dem Objecttische des Mikroskopes auf folgende Art zur Wirkung: In dem Hebel *h* ist mittelst eines eigenthümlich construirten Zapfens bei *ch* eine halbringförmige Gabel *g* in einer auf die Ringebene senkrechten Ebene drehbar eingelassen; in dieser Gabel hängt der Ring *r* derart, dass er bei *i* zwischen den Spitzen zweier Schrauben schwebt und sich in der Ringebene der Gabel *g* leicht dreht, jedoch womöglich derart ausbalancirt ist, dass die Ebene des Ringes die Tendenz hat, sich stets horizontal, also mit der Fläche des Objecttisches parallel zu stellen (stabiles Gleichgewicht, wie bei einem Waagebalken.)

Bringt man nun unter den Ring *r*, welcher über die Oeffnung des Objecttisches zu liegen kommt, einen Objectträger mit dem Object, welches comprimitirt werden soll und darüber ein grosses Deckglas und schraubt nun die Schraube *s* tiefer, so wird der Hebelarm *n* zwischen den Führungen *p* sich heben, der Hebelarm *h* dagegen mit der Gabel *g* sich senken und gegen das Deckglas gepresst werden, wodurch das Object zwischen Deckglas und Objectträger einem variablen, durch die Schraube *s* regulirbaren Druck ausgesetzt wird.

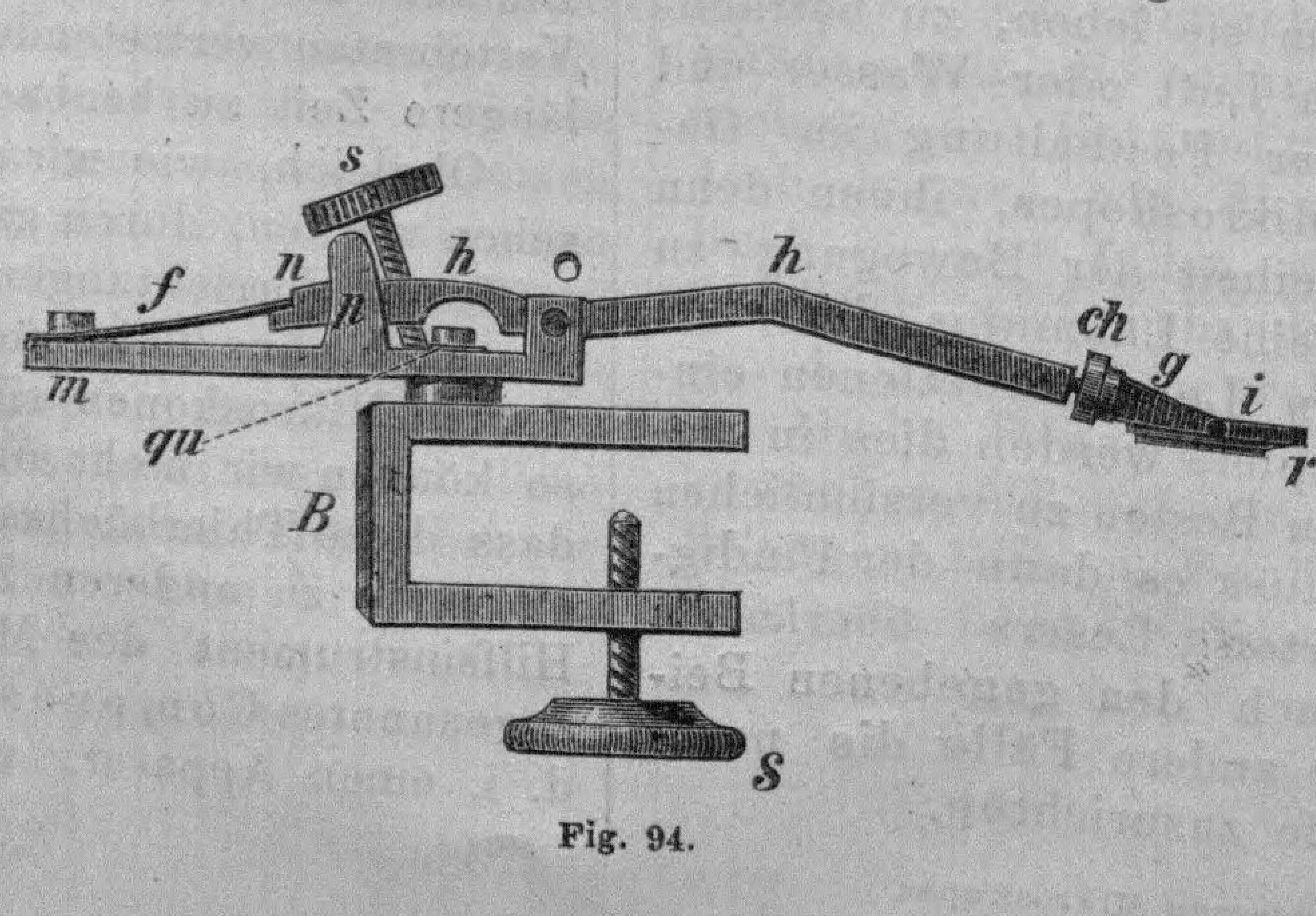


Fig. 94.

Um nun dieses Schacht-Schulze-sche Compressorium zur Beobachtung eines lebenden Thierchens zu benützen, ist es gut, anstatt des offenen Ringes *r* einen solchen zu benützen, auf welchem unten ein grosses, rundes Deckglas von 0·1 mm Dicke aufgekittet ist, indem dann beim Lüften der Schraube *s* die Feder *f* den Ring *r* sammt dem Deckglas hebt und den Druck exacter mildert, als wenn ein freiliegendes Deckglas und ein offener Ring im Compressorium zur Anwendung kommt. Wenn man nun einen lebendigen Floh mittelst dieses Compressoriums beobachten will, erfasst man denselben vorsichtig mit der Pincette, eventuell mit Hilfe einer Loupe an einem der Sprungfüsse (am Oberschenkel, weil sonst der Fuss ausreisst) und bringt denselben in ein Gefäss mit destillirtem Wasser, worin man ihn untertaucht und dann loslässt; er wird dann an der Oberfläche schwimmen. Nun befestigt man einen Objectträger mit den Objectklammern auf dem Objecttische und schraubt das Compressorium links, seitlich an, regulirt die Schraube *s* so lange, bis der Ring *r* blos 3 mm vom Objectträger entfernt ist und bringt nun den Floh mit der Pincette rasch über die Tischöffnung des Objectträgers, wobei ein Tröpfchen Aq. dest. mit übertragen wird, welches eben den Floh hindert, sogleich wegzuspringen. Nun wird das Compressorium rasch niedergeschraubt, bis das Wassertröpfchen, welches mit dem Floh übertragen wurde, sich rings um den Floh abflacht. Es wird nun das Wasser spurlos verdunsten und dennoch der Floh festgehalten. Den Druck herausfinden, welcher die Beobachtung ermöglicht — ohne den Floh zu tödten — ist Sache der Uebung. Beobachtet wird mit schwachen Ocularen (1 oder 2) und schwächeren Systemen, z. B. Reichert's oder Ebeling's*) 3 oder 4; nimmt man stärkere Systeme, so muss man, um den Insectenkörper genügend zu durchleuchten, einen Condensor (Abbé'schen Beleuchtungs-Apparat) einschalten und eine weite Blende einsetzen, resp. die Irisblende blos so weit verengern, dass unbeschadet hinlänglich scharfer Contourirung die Farben des Objectes hell und klar hervortreten; der Anblik ist dann ein prächtiger. Beim Floh u. dgl. kann man sich diese naturwissenschaftliche Augenweide auch ohne Compressorium verschaffen (das Wie? wollen wir gleich besprechen). Bei manchen mittelgrossen Wasserwürmern, wie z. B. kleinen Blutegeln, Planarien, Distomen u. dgl. ist dagegen das Compressorium zur Beobachtung des Inneren am lebenden Thiere wohl kaum zu entbehren. Die Lebenszähigkeit genannter Thiere bürgt dafür, dass die Beobachtung erst nach vielen Stunden, ja Tagen, durch den Tod des Objectes unterbrochen wird, nur muss man bei Wasserwürmern fortwährend Wasser zwischen die Platten des Compressoriums leiten, was mittelst Streifen von Leinwand, Filtrirpapier und dgl. leicht gelingt. Am einfachsten ist es, schon mit dem Objecte eine ziemliche Menge Wasser in das Compressorium zu bringen und dasselbe mittelst einer Pincette öfters zu erneuern, was wegen der capillaren Wirkung des durch das Deckglas und den Objectträger gebildeten Raumes leicht geschieht, wenn man an den Rand des Ringes *r* einen Tropfen aus der Pipette fliessen lässt. Es versteht sich von selbst, dass das Wasser, welches zur Feuchterhaltung des lebenden Objectes dient, derselben Oertlichkeit entstammen soll, der das beobachtete Wesen entnommen wurde, also z. B. bei einer einem Teiche entnommenen Planarie Wasser aus demselben Teiche.

Doch nun zurück zu unserem Floh. Dieser lässt sich auch mittelst eines hohlgeschliffenen Objectträgers, wie solche (unzweckmässiger Weise) zur Beobachtung und Aufbewahrung feuchter Objecte angefertigt werden und in allen

*) **Merker und Ebeling haben sich getrennt, Ebeling verblieb Hernalser Gürtel 2, Merker eröffnete im Februar 1893 eine selbstständige Werkstätte in Wien, VIII., Buchfeldgasse 19.**

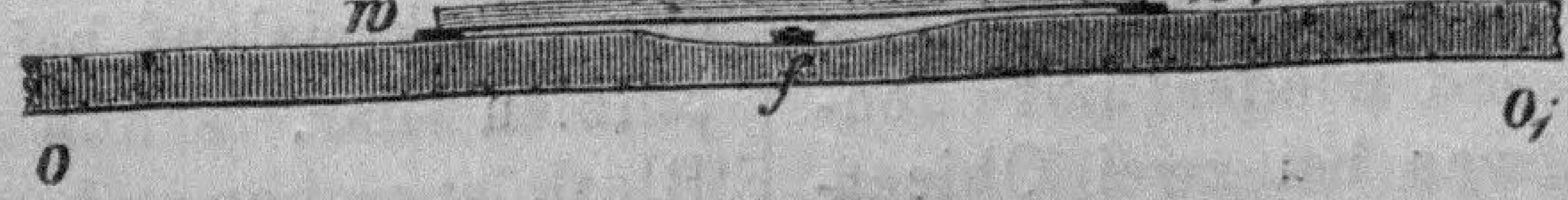


Fig 95.

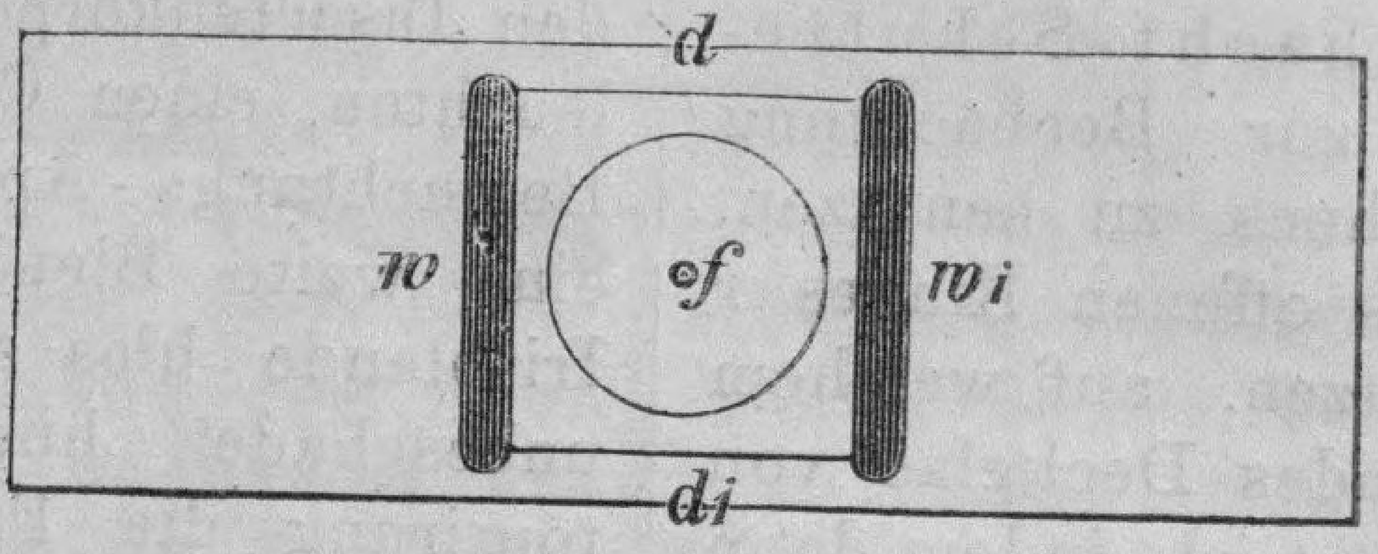


Fig. 96.

Handlungen mikroskopischer Utensilien (z. B. Siebert in Wien) zu haben sind — ohne Anwendung eines Compressoriums, stundenlang lebend beobachten.

Fig. 95 zeigt im Durchschnitt, Fig. 96 in der Ansicht von Oben die ganze Veranstaltung, welche sich natürlich auch für andere kleine Thierchen, nicht nur für den Floh, eignet. *o—o* ist der hohlgeschliffene Objectträger in dessen Höhlung bei *f* der Floh mittelst Pincette (ohne ihn vorher feucht machen zu müssen) eingebracht und sofort das Deckglas *d* darüber gedeckt wird. Ist der Floh gross und der Hohlschliff seicht, so kann es leicht geschehen, dass der Floh zerdrückt wird; um dies zu verhindern bringt man vor dem Auflegen des Deckglases bei *w* und w_1 Wülste von Terpentinwachs (etwa 1 mm dick) an und drückt nun das Deckglas sachte gegen die Wülste, bis der Floh an der tiefsten Stelle des Hohlschliffes festgehalten wird, dabei aber doch durch Zappeln seine Fähigkeit — sich zu bewegen — anzeigt. Das Klebwachs bei *w* und w_1 verhindert, dass der Floh bei den Springversuchen das Deckglas d d_1 hebt und auch, dass er zu sehr gedrückt wird, während bei d und d_1 Luft genug zum Thier treten kann, um ihm das Athmen zu ermöglichen.

Einfacher wäre es, anstatt des Deckglases d_1 gleich einen zweiten Objectträger zum Zudecken zu verwenden, doch ist Verfasser dieses davon abgekommen, weil die Deckung mit Deckglas nicht viel mehr Schwierigkeiten macht, sich zur Beobachtung mit den stärksten Objectiven eignet (um z. B. die sogenannten Pipenverschlüsse in den Tracheen kleiner Insecten zu studiren) und es ermöglicht, das ganze Object gleich einem anderen fertigen Präparate zur Seite zu legen, d. h. vom Objecttisch zu entfernen und wieder auf denselben zu bringen, was bei zwei Objectträgern (wegen ihrer Tendenz sich aufeinander zu verschieben) nicht so leicht gelingt.

Ein anderes Beispiel von Beobachtung lebender Objecte unter dem Mikroskope ist die Untersuchung des Blutkreislaufes am lebenden Thiere. Bei Säugethieren gelingt diese Beobachtung blos auf vivisectorischem Wege und bei Anwendung complicirter Apparate; leicht, und bei den von mir geübten Kunstgriffen ohne jede Thierquälerei bei Amphibien, am allerleichtesten bei kleinen Fischchen. Die letztere Methode wollen wir als die allerleichteste zuerst betrachten.

In den Schwanzflossen kleiner Fischchen, wie sie bei jedem gröseren Aquarienhändler zu haben sind oder von Knaben allenthalben unter dem Namen „Grundeln", „Gründlinge" u. s. w. gefangen zu werden pflegen und meist aus der Brut von Plötzen, Rothfedern, Döbeln, Haseln und anderen minderwerthigen Fischen, welche unter dem Namen „Weissfische" bekannt sind, bestehen, kann man sehr schön den Blutkreislauf am lebenden Thiere beobachten, wenn man den Objecttisch mit einer Glasplatte bedeckt und das Fischchen in einen schmalen nassen Flanellstreifen bis zum Kopf eingewickelt auf die Glasplatte legt, so dass die Schwanzflosse über der Tischöffnung liegt. Auf die Kiemen tropft man recht oft aus einer Pipette Wasser. Man stellt nun mit einem System schwächerer Vergrösserung z. B. Ebeling oder Reichert 3 und 4 und mittlerem Ocular (2 oder 3) auf die Aederchen, welche zwischen den Strahlen der Flossen laufen, ein und wird die Blutkörperchen durch die Canäle gleich Bächen, welche Gerölle mit sich führen — circuliren sehen. Am schönsten stellt sich jedoch der Blutkreislauf bei den zählebigen Amphibien dar, schon deshalb, weil ihre Blutkörperchen sehr gross sind.

Der Blutkreislauf im lebenden Frosch.

Um den Blutkreislauf an Amphibien zu zeigen, nimmt man entweder eine Wasser-Salamanderlarve von Friton cristatus und behandelt selbe sowie oben bezüglich der kleinen Fischchen angegeben wurde — oder aber man benützt hiezu einen Frosch. Recht brauchbar hiezu sind die mittleren Exemplare von Rana esculenta, dem grünen Wasserfrosch, welche auch meist hiezu benützt werden. Ebenfalls geeignet sind ferner die Thaufrösche, Rana temporaria, welche aber eine kleinere Schwimmhaut zwischen den Zehen haben, die dafür reiner, d. h. weniger pigmentirt ist, als bei Rana esculenta. Um den Blutkreislauf am lebenden Frosch zu zeigen, hat man früher das arme Thier mittelst Hacken auf eigenen Apparaten vor dem Mikroskope ausgespannt und unsere Physiologen spendeln den Frosch auf einem Korkringe mit Nadeln fest, der mit Siegellack oder dergleichen auf einer Glasplatte, welche über dem Lichtloche des Mikroskoptisches befestigt ist, liegt. Wir zeigen den Blutkreislauf ebenso schön — mit etwas weniger Thierquälerei. Die Methoden wollen wir im Folgenden schildern.

Man kann den Blutkreislauf am Frosche zeigen:

1. In der Zunge,
2. Im Mesenterium (dünne Haut zwischen den Gedärmen),
3. In der Schwimmhaut zwischen den Zehen.

Da die erste und zweite Art ohne Thierquälerei kaum durchführbar ist und selbst das narkotisirte Thier zum selben Versuch wohl kaum mehrmals verwendet werden kann, so wollen wir uns hier in diesem Leitfaden auf die dritte Art beschränken, nämlich jene unter Benützung der Schwimmhaut. Auch diese lässt sich wieder auf sehr verschiedene Art ausführen, nämlich:

a) Der Frosch wird blos mechanisch festgehalten, z. B. durch einen festgebundenen Leinensack.

b) Der Frosch wird narkotisirt. α) Mittelst Aether. β) Mittelst Chloroform. γ) Mittelst Combination von α) und β). δ) Mittelst Alkohol.

c) Der Frosch wird curarisirt.

In allen diesen Fällen kommt es auf die Grösse des Frosches und die Grösse des Objecttisches an. Wer z. B. eines der von Herrn Dr. Nevinny empfohlenen, in dem Commentar zur Pharmacopoea Austriaca ed. VII, 2. Band, Seite 529, Fig. 125, abgebildeten Mikroskope von Merker & Ebeling in Wien. Hernalser-Gürtel Nr. 2 (jetzt F. Ebeling) besitzt, welches eben durch seinen grossen, geräumigen Objecttisch bei grosser Stabilität und verhältnissmässig billigem Preise Vortheile aufweist, die sonst nur grossen Stativen zukommen, dem wird die Ausführung des Froschversuches bei kleineren Exemplaren der Rana esculenta, wie solche in Aquariengeschäften zu haben sind — keine besonderen Schwierigkeiten machen; wer blos über ein Instrument mit kleinerem Objecttisch verfügt, oder grosse Thiere benützen will, wird neben dasselbe links einige Bücher oder Brettchen aufschichten müssen, bis sie ungefähr mit der Kante des Tisches gleiche Höhe haben; auf diese Bücher oder Brettchen kommt dann der Rumpf des in einer oder der anderen Weise zur Ruhe gebrachten Frosches zu liegen, während der Fuss mit der zu beobachtenden durchsichtigen Schwimmhaut über die Oeffnung des Objecttisches zu liegen kommt. Der Tisch wird mit einer mit seiner Gestalt congruenten Glassplatte bedeckt und nun die Zehen des Frosches mittelst an dieselben gebundenen Fäden, an welche Gewehrkugeln aus Blei durch Einschneiden und Zusammenklopfen befestigt sind — auseinandergezogen und die Schwimmhaut auf diese Art in der zur Beobachtung nöthigen Spannung erhalten. Die Gewehrkugeln hängen an den Fäden über die Kanten der Glasplatte, mit welcher der Objecttisch bedeckt ist, herab und spannen die Schwimmhaut über der Oeffnung aus, gestatten jedoch eine gewisse freie Beweglichkeit und Verschiebbarkeit, welche dem Aufsuchen besonders schöner Stellen sehr zu statten kommt.

Fig. 97 zeigt schematisch die Veranstaltung:

A, *B*, *C*, *D* ist die neben dem Mikroskoptisch in gleicher Höhe mit diesem aufgeschichtete Lage Bücher, auf welcher der Frosch *F*, welcher narkotisirt oder curarisirt ist, liegt; der linke Fuss desselben ist auf dem neben der Bücherlage

stehenden Mikroskoptisch *a*, *b*, *c*, *d*, welcher mit einer congruenten Glasplatte bedeckt ist, so hinübergezogen, dass die Schwimmhautfalte *s* gerade über die von unten beleuchtete Tischöffnung zu liegen kommt. Die Fäden *f 1*, *f 2*, *f 3* und *f 4* sind an die Zehen des Frosches angelassen en) Fäden die Schwimmhaut des Frosches. Uebrigens kommt man meist mit zwei Fäden *f 2* und *f 3* (Fig. 97) aus, welche den meist durchsichtigsten Schwimmhauttheil zwischen den zwei mittleren Zehen des Frosches — er hat deren vier — über der Objecttischöffnung

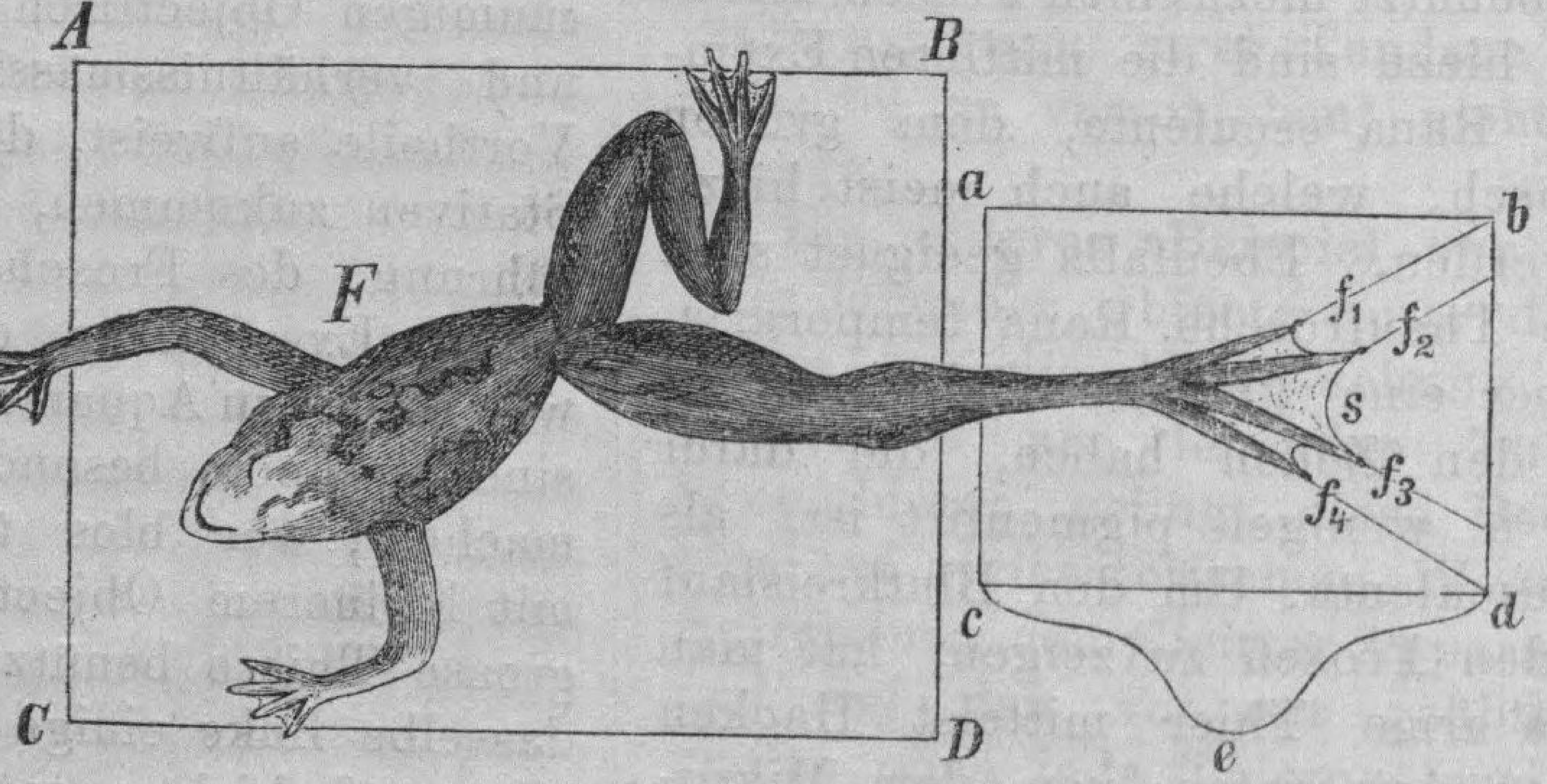


Fig. 97.

knüpft, wie Fig. 98 in mit einer Loupe fünfmal vergrössertem Massstabe zeigt.

Die Fäden gehen sodann an die Kante der Glasplatte und hängen, durch die Spitzkugeln gespannt — über den Tischrand hinunter, wie Fig. 99 zeigt.

In Fig. 99 ist *A B* die Bücherlage, *T* der Tisch des Mikroskopes, auf welchem die Glasplatte *ab* liegt. (*S 1* ist die

ausspannen. Wer ein mittleres Stativ besitzt, wie z. B. das im Commentar zur Pharmacopoe ed. VII in Fig. 125 abgebildete Arbeitsmikroskop, der kann sich mit Vortheil der in Fig. 100 abgebildeten Veranstaltung bedienen, welche namentlich bei Verwendung mittelgrosser Frösche den Vortheil bietet, dass man den Frosch- und alles was d'rum und d'ran hängt —

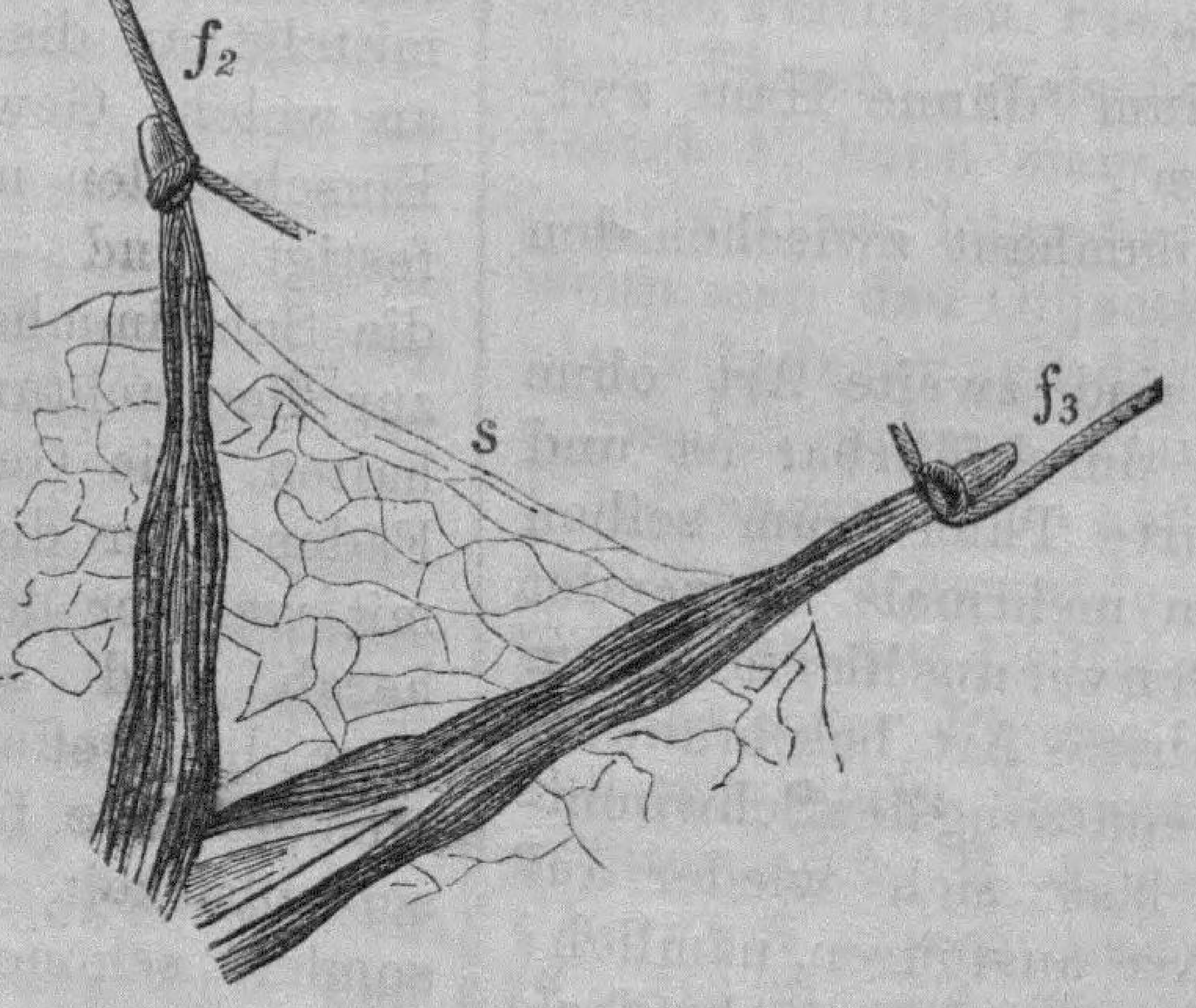


Fig. 98.

Schraubensäule des Mikroskopstatives, *S* die Fusssäule, *H* das Hufeisen des Mikroskopes, mit dem der Blutkreislauf beobachtet wird). Der Faden *f* ist über die Kante *b* der Glasplatte durch das Projectil *k* gespannt und spannt seinerseits nebst den anderen drei (hier weggeauf dem Mikroskoptische wie ein anderes Präparat verschieben oder ganz hinwegnehmen und wieder daraufthun kann, was namentlich bei curarisirten Fröschen, welche nach einer einmaligen Curarevergiftung 24 und mehr Stunden ruhig liegen bleiben (davon später) grosse Vortheile

gewährt, da man einerseits die schönsten Stellen der Schwimmhaut heraussuchen, andererseits die Beobachtung unterbrechen, das Mikroskop nach Abnahme des Ganzen wieder zu anderen Beobachtungen verwenden und dann ohne Umstände wieder die Blutkreislaufbeobachtung aufnehmen kann.

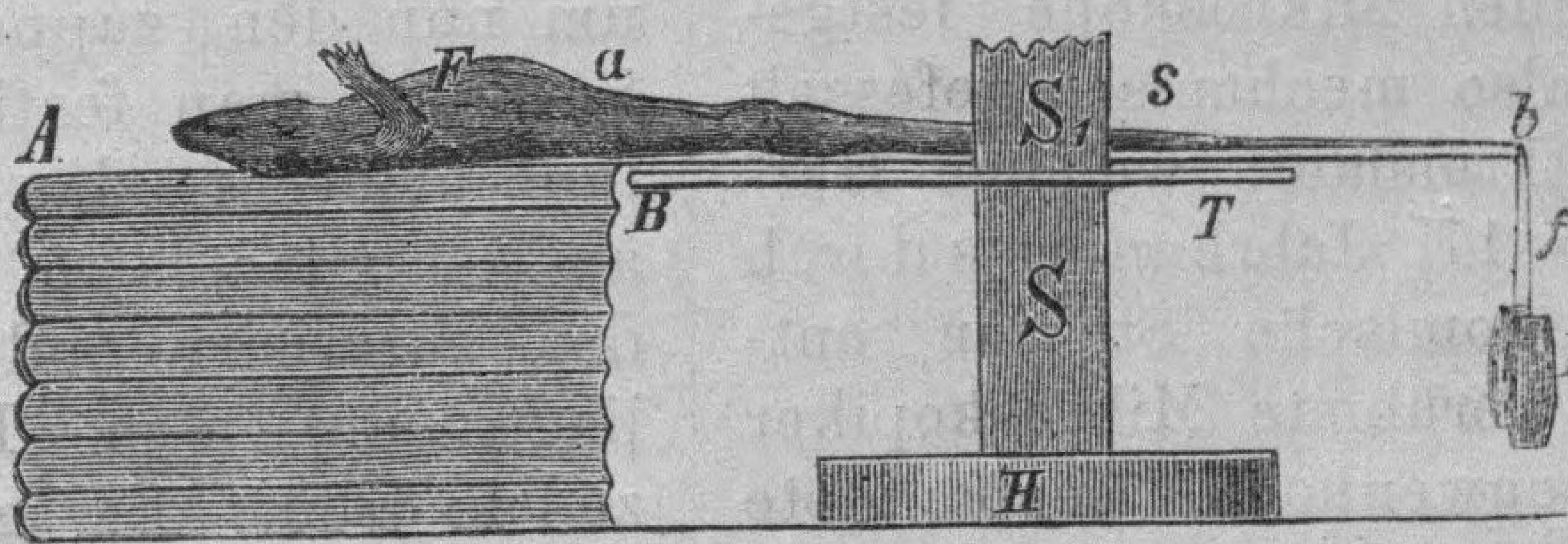


Fig. 99.

Zu diesem Behufe lässt man sich eine 240 mm lange Glasplatte von der Breite des Mikroskoptisches anfertigen oder schneidet sich selbe selbst aus einem Stück reinen Solinfensterglases aus, legt dieselbe, welche in Fig. 100 mit *A*, *B*, *C*, *D* bezeichnet ist, auf den Mikroskoptisch *a*, *b*, *c*, *d* so auf, dass rechts und links gleiche Theile *A*, *C*, *a*, *c* und *b*, *B*, *d*, *D* über die Mikroskoptischplatte hervorragen und klemmt selbe mit den Objecttischfederklammern *k 1* und *k 2* so leicht an die Objecttischplatte an, dass sich die Glasplatte noch mit einiger Reibung verschieben lässt. Auf der Glasplatte siegelt man dann im Halbkreise die

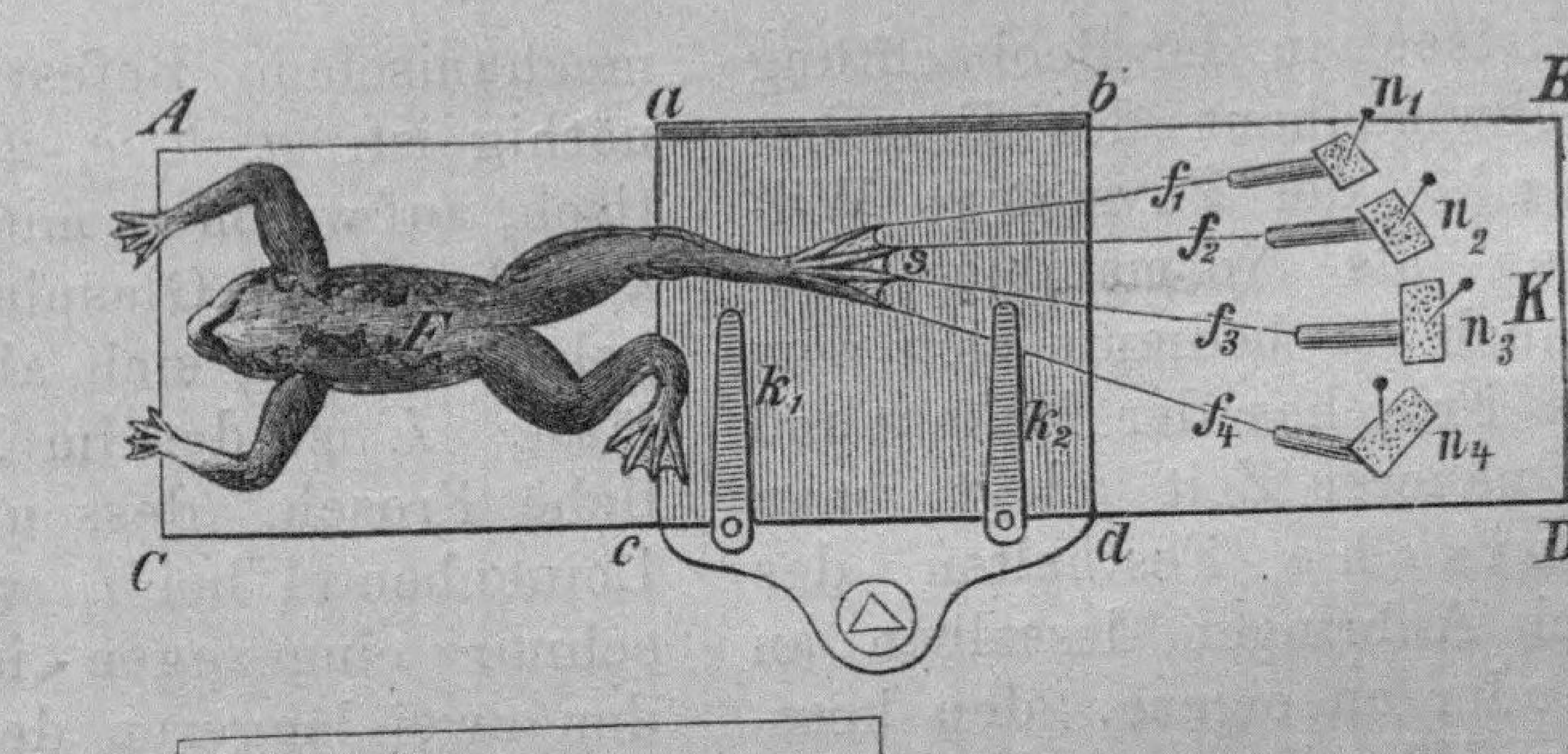


Fig. 100.

Korkstückchen *K* an. Die Korkstückchen sollen wenigstens 5 mm hoch sein. Dann legt man den irgendwie, also z. B. durch Curarevergiftung ruhig gemachten Frosch mit dem Rücken bei *F* auf den linken Theil der Glasplatte auf, nachdem man an jede der vier Zehen einen starken Nähmaschinenzwirnsfaden geknüpft hat, welcher circa 60 mm lang ist und am anderen Ende ein circa 40 mm langes und 5 mm breites Stückchen s t ä r k s t e n Visitkarten-Cartons (Fig. 100 bei *p* in natürlicher Grösse) eingeknüpft trägt (Faden *f*, Loch *l* in Fig. 100 lässt die Art der Einknüpfung erkennen). Es ist nun klar, dass man die Fäden *f 1*, *f 2* *f 3*, *f 4* an ihren Cartonanhängseln mittelst Nadeln *n 1*, *n 2*, *n 3* und *n 4* an den Korkstücken *K* feststecken und auf diese Art die Schwimmhäute beliebig spannen kann. Die Glasplatte mit Frosch und Fäden kann dann natürlich unter den Federklammern (über deren rechte ein Faden geht) verschoben und auch ganz weggenommen werden. Diese letztere Einrichtung, Fig. 100, ersetzt alle in den mikroskopischen Werken beschriebenen entweder kostspieligen oder thierquälerischen Einrichtungen und eignet sich auch für die Beobachtung des Blutkreislaufes in dem blos mechanisch festgehaltenen, also weder narcotisirten, noch curarisirten Frosch. Wir gehen nun auf die eingangs dieses Abschnittes unter *a*, *b*, *c* aufgezählten Arten — den Frosch festzuhalten — näher ein, da die Beruhigung des Frosches, um dessen Blutkreislauf unter dem Mikroskope zu beobachten — sozusagen in allen Werken über allgemeine mikroskopische Technik bald ver-

ständlicher, bald minder verständlich abgehandelt zu werden pflegt.

Jene Festhaltung des Frosches, welche die älteste ist, die mechanische — wollen wir zuerst besprechen. Schon 1661 beobachtete Marcellus Malpighi an der Lunge und dem Gekröse vivisecirter Frösche, die mittelst Haken und Nadeln vor einem einfachen Mikroskope festgehalten wurden, also mechanisch gefesselt waren, den Blutkreislauf, welchen Harway anfangs des 17. Jahrhunderts durch scharfsinnige anatomische Studien entdeckt hatte. Der berühmte Mikroskopiker Anton van Leeuwenhoek beobachtete 1688 den Blutlauf zuerst an einer Froschlarve (Kaulquappe), später an dem Gekröse lebender Frösche und die in seinem Nachlasse gefundenen Mikroskope weisen besondere Vorrichtungen zum mechanischen Festhalten der bedauernswerthen Thiere auf.

und die Zugschnüre müssen aus festem Spagatgarn und mindestens je 60 cm lang sein. Man zieht das Säckchen so zusammen, dass nur der eine Schenkel mit dem zu beobachtenden Fuss aus dem Säckchen herausschaut, knüpft sodann die Zugschnüre in einfachem Knoten zu und benützt die restirenden Enden dazu, um nun den zappelnden Frosch, dessen Schenkel man festhalten muss, damit er ihn nicht in das Säckchen hineinzieht, an der Glasplatte, dort wo in Fig. 100 der curarisirte oder narkotisirte Frosch liegt, auf den Rücken liegend festzuschnüren. Es gelingt dann in einem ruhigen Momente dem Frosche, der nach wenigen Minuten mit dem Zappeln nachlässt, die Spannfäden an die Schwimmhaut anzubinden, worauf man aber etwas anders, als in dem in Fig. 100 abgebildeten Falle verfahren muss. Fig. 101 zeigt die Veranstaltung, wie solche zum

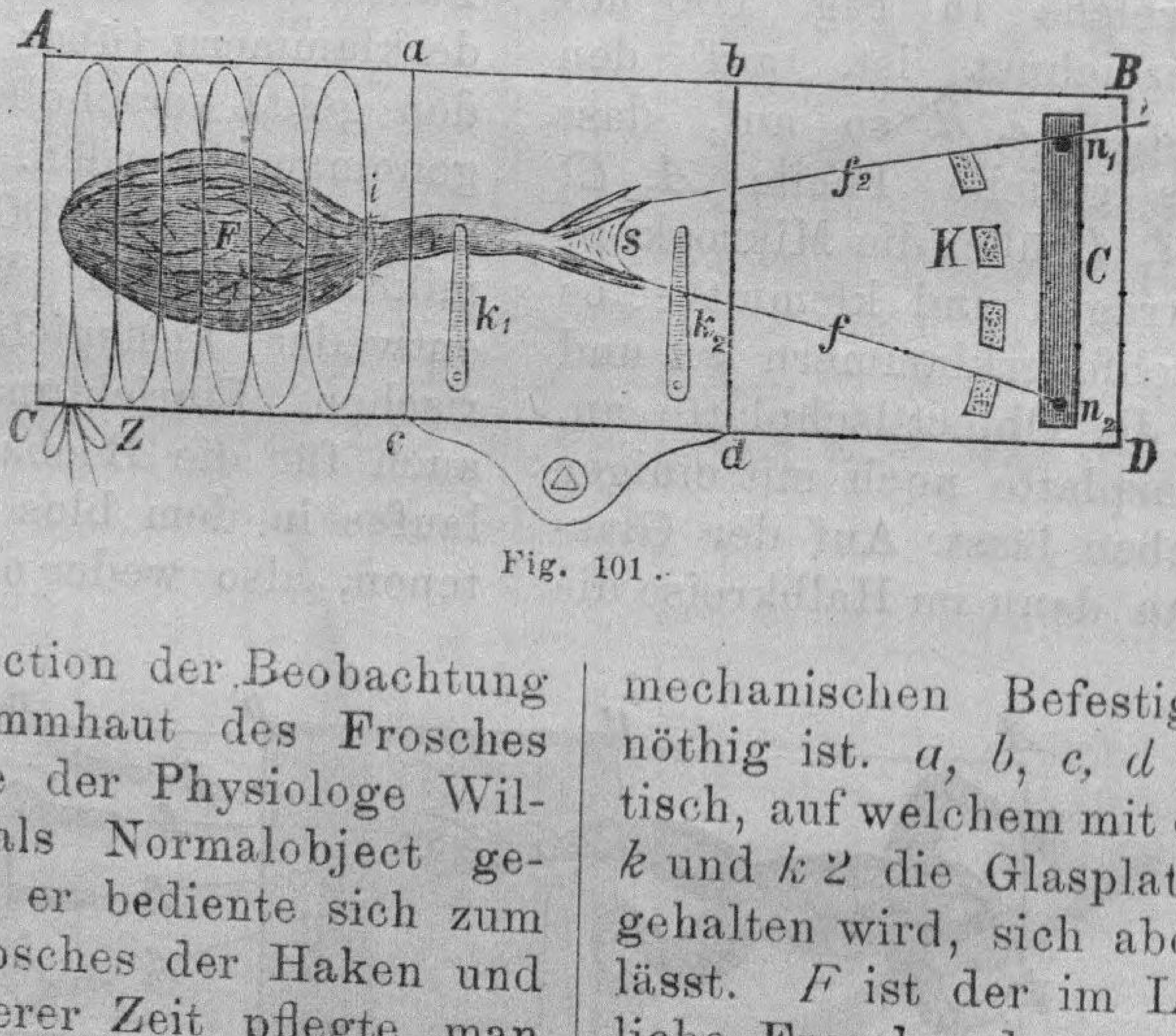


Fig. 101.

Die ohne Vivisection der Beobachtung zugängliche Schwimmhaut des Frosches hat nach R a n k e der Physiologe Wilhelm C o w p e r als Normalobject gewählt, doch auch er bediente sich zum Festhalten des Frosches der Haken und Nadeln. Erst neuerer Zeit pflegte man das m e c h a n i s c h e Festhalten des Frosches durch Anbringen desselben an ein Brettchen oder an eigene, den kostbaren englischen Mikroskopen beigegebene „Froschhalter" zu bewirken. Wir können deren entbehren und reichen auch zum mechanischen Festhalten des Frosches mit der in Fig. 100 abgebildeten Glasplatte aus, wofern wir den Frosch in ein Säckchen aus fester Leinwand stecken, wie schon H a r t i n g empfahl — und zwar so, dass der Kopf des Frosches gegen den Boden des Säckchens gehalten wird. Das Säckchen muss am Rande wie ein Tabakbeutel zum Ziehen eingerichtet sein

mechanischen Befestigen des Frosches nöthig ist. *a, b, c, d* ist der Mikroskoptisch, auf welchem mit den Federklammern *k* und *k 2* die Glasplatte *A, B, C, D* festgehalten wird, sich aber doch verschieben lässt. *F* ist der im Leinenbeutel befindliche Frosch, dessen Schenkel aus dem Leinenbeutel bei *i*, woselbst die Zuziehschnur eingezogen ist, hervorragt. An den zwei längeren der vier Zehen ist bei *f* und *f 3* je ein Faden angebunden.

Der Leinenbeutel ist, wie in Fig. 101 deutlich zu sehen, sammt dem Frosche durch Kreuz- und Querumwicklung an die Glasplatte mit den Enden der Zusammenziehschnur, welche bei *z* zusammengeknüpft ist — angeschnallt. Die Fäden *f 2* und *f 3*, welche die Schwimmhaut spannen, sind nicht am Cartonplättchen auf die Korkplatten *K* angeheftet, sondern es ist hinter den Korkplatten die Leiste *l* aus Cigarrenkistenholz angeleimt,

in welche bei *n 1* und *n 2* zwei sehr kurze und dünne, sogenannte Cigarrenschachtelstiften eingeschlagen wurden, bevor man die Leiste *l* an die Glasplatte anleimte und um welche nun die Fäden *f 2* und *f 3* einigemale unterm Nagelkopf herumgewickelt werden, wodurch die Schwimmhaut *s* über der Tischöffnung genügend gespannt wird, gleichzeitig aber der Frosch verhindert wird, den Fuss zurückzuziehen.

Dennoch geschieht es bei der mechanischen Fesselung oft, dass der Frosch mit dem Schenkel zuckt und so die Beobachtung stört. Deshalb griff man neuerer Zeit zur Narkotisirung des Frosches.

Mit Aether und Chloroform oder einem Gemenge von Beiden erfolgt die Narkose rasch, wenn man den Frosch in eine mit sehr wenig Wasser gefüllte Untertasse setzt und rasch mit einem Glassturze kleineren Kalibers oder einem Einsiedeglas zudeckt, nachdem man neben den Frosch auf die Tasse einen mit der ätherischen Flüssigkeit getränkten Baumwollbausch gelegt hat. Der Frosch wird zuerst unruhig, springt auf, so dass man das Glas halten muss, damit er es nicht abwirft, dann wird er ruhig und in fünf Minuten ist er wie todt und lässt sich legen wie man will, so dass man nach Wahl seine Schwimmhaut auf die in Fig. 97 und Fig. 98 oder auf jene in Fig. 100 abgebildete Art und Weise spannen und den Blutlauf in ihr beobachten kann.

Ein Uebelstand, auf den jedoch schon der alte H a r t i n g aufmerksam macht — ist der, dass alle Membranen, die mit Aether (oder Chloroform) in Berührung kommen — trüb werden; der Frosch hüpft aber bei der geschilderten Narcotisirungsweise leicht im Vorstadium der Narcose auf den äthergetränkten Baumwollbausch und trübt so seine Schwimmhäute; um dies zu vermeiden, wendet Verfasser Dieses einen leicht herzustellenden Narcotisirungs-Apparat an. Er sprengt von einer 300 Gramm-Medicinflasche mittelst Sprengkohle den Boden weg, schleift auf einem Sandsteine die Ränder etwas ab und führt nun einen Kork in die Flasche im Halse ein, an welchem ein mit Aether oder Chloroform getränktes Stück Badeschwamm mittelst eines Drahtes befestigt ist. Diese Vorrichtung wird über den in einer der besseren Luftabsperrung wegen mit etwas Wasser bedeckten Tasse befindlichen Frosch gestülpt. Fig. 102 zeigt die Vorrichtung in halbschematischer Durchschnittszeichnung. *T* ist die Tasse, die mit Wasser *W* etwas gefüllt ist, *G* ist die Medicinflasche, welche nach Absprengung des Bodens über den Frosch *F* gestülpt und gehalten wird. *K* ist der Kork, an dem an einem Drahte *d* der mit dem betäubenden Fluidum gefüllte Schwamm *sch* befestigt ist.

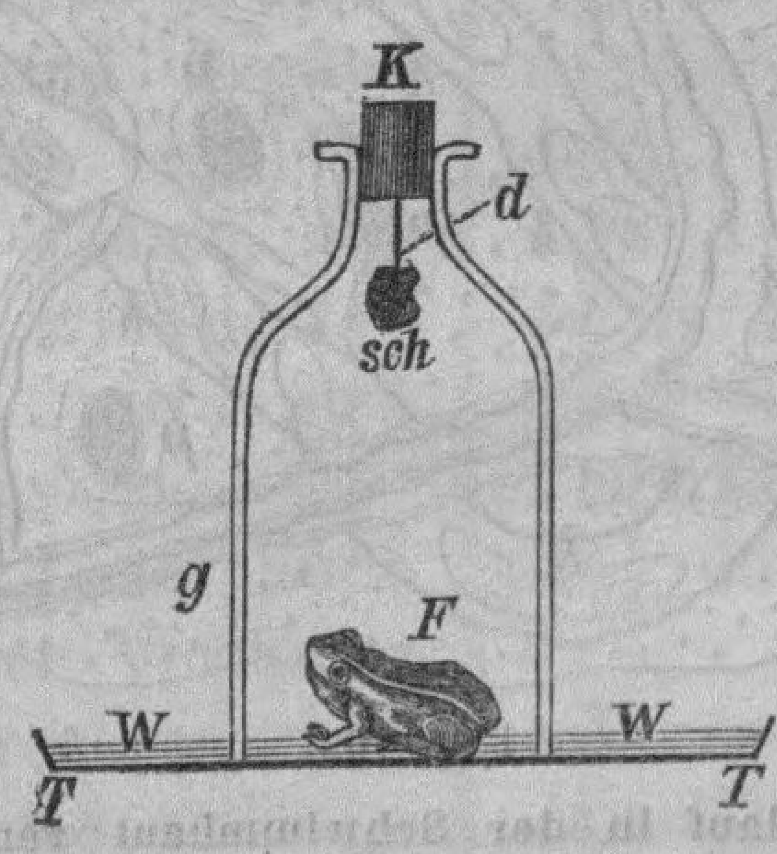


Fig. 102.

Bei dieser Vorrichtung ist vermieden, dass sich die zu beobachtende Schwimmhaut des Frosches dadurch trübt, dass sie mit dem Aether oder Chloroform oder einer Mischung von Beiden (zu gleichen Theilen, eventuell mit 2 Theilen absol. Alkohol versetzt) in Berührung kommen.

Der auf die eine oder die andere Art narkotisirte Frosch bleibt $^1/_2$ Stunde lang zuverlässig ruhig, oft auch länger, wurde er aber zu lange den narkotischen Dämpfen ausgesetzt, so stirbt er oft gleich nach der Narkose, oft erst stundenlang nach dem Erwachen; wurde die Narkose hingegen bald nach vollendeter Beruhigung des Frosches unterbrochen, so erholt sich der

Frosch sehr bald und kann öfter zu dem Versuche benützt werden.

Der Uebelstand, dass der Frosch blos höchstens $^1/_2$ Stunde lang betäubt bleibt, lässt sich durch die Alkoholisirung vermeiden. Alkoholisirt wird der Frosch, indem man ihn in ein Gemisch aus 10 Theilen 95%igen Alkohol und 50 Theilen Wasser hineinsetzt und nun mit einem so niederen Glase bedeckt, dass er zwar mit dem halben Körper aus dem Alkoholbade hervorragt, aber nicht herausspringen kann. In einer halben Stunde hat der Frosch durch seine Haut genug Alkohol aufgenommen, um für 2—3 Stunden betäubt zu sein. Bleibt er länger in dem Gemisch so ist er meist todt.

Ende durch Blasen mit dem Munde das beim Eintauchen in die Röhre gedrungene Curare eingetrieben.

In wenigen Minuten erlahmt jede motorische Thätigkeit der willkürlichen Muskeln, der Blutkreislauf aber dauert fort. Das curarisirte Thier bleibt 24 und mehr Stunden ruhig, man kann also lange ungestört beobachten: die Veranstaltung ist jene der Figuren 98 respective 100. Die Schwimmhaut darf in allen Fällen nicht zu sehr gespannt werden, sonst tritt Stase in den Gefässen, also Stillstand des Blutkreislaufes ein. Auch wird man gut thun, dem Frosche durch zeitweiliges Betropfen mit Wasser, namentlich auf die Nasenlöcher, Feuchtig-

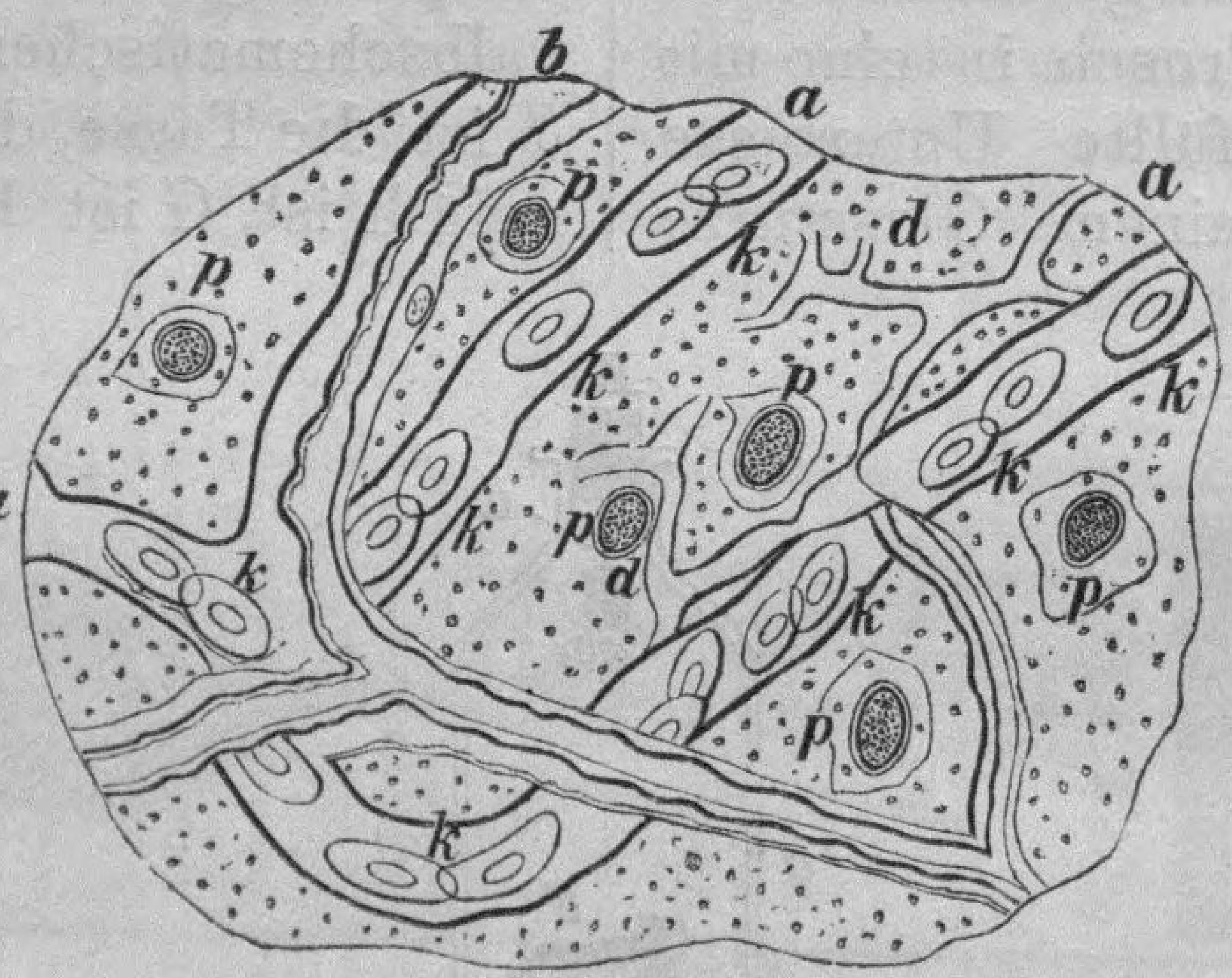


Fig. 103.

Blutkreislauf in der Schwimmhaut von Rana exculenta (Wasserfrosch) 200 mal vergrössert. *a* **Blutgefässe,** *k* **Blutkörperchen in demselben,** *b* **Nerv, bei** *d* **gablig getheilt und verschwindend,** *p* **Pigmentkörperchen.**

Durch Curare wird der Frosch betäubt, indem man demselben eine 1%ige wässerige Lösung dieses furchtbaren Giftes unter die Haut injicirt. Der Verfasser dieses vermeidet aber die Pravazsche Spritze, wegen der Gefährlichkeit für Menschen, welche sich an der Spitze ritzen könnten, sondern verwendet hiezu ein Glasrohr mit gekrümmter, dünn ausgezogener aber stumpfer Spitze. Zum Behufe der Curarisirung wird am Bauche die weisse Haut des Frosches etwas in die Höhe gehoben und mit einer scharfen Scheere auf 3 mm eingeschnitten, eine Operation, die man am besten am mit Aether narkotisirten Frosche vornimmt. In die Hautwunde wird nun das vorher mit der Spitze in die Curarelösung eingetauchte Glasröhrchen mit dem spitzen Ende eingeführt und durch das andere

keit zuzuführen. Die beobachtete Schwimmhaut muss selbstredend feucht erhalten und von anhaftenden Unreinigkeiten durch Abpinseln mit einem Pinsel von Zeit zu Zeit befreit werden; ein Deckgläschen ist nicht erforderlich, da meist mittlere Vergrösserungen angewendet werden. Was sich unserem Auge bei Betrachtung mit einer 200—300mal vergrössernden Combination (etwa z. B. Ebelings*) System 4 und Ocular 4, mit welcher Combination Verfasser sehr gute Resultate erzielte) darbietet, zu schildern, kann nicht Sache dieses praktischen Leitfadens sein. Zur Orientirung erlaubt sich aber der Autor in Fig. 103 eine schematische

***) Wenn hier Namen einzelner Mikroskopverfertiger beispielsweise (da der Verfasser mit deren Objectiven arbeitet) genannt sind, so wolle daraus nicht geschlossen werden, dass die anderen österreichischen Mikroskopverfertiger nicht ebenfalls Vortreffliches leisten.**

Skizze zum besseren Verständnisse dem Leser vorzuführen. Die Erklärungen sind auf der Figur selbst gegeben.

Weiters erlaubt sich der Verfasser darauf hinzuweisen, dass man namentlich an dem blos mechanisch gefesselten, also sonst intacten Thiere pharmacologische Beobachtungen machen kann, indem man demselben vor der Fesselung Antipyrin, Digitalin u. s. w. mit einer kleinen Morphiumspritze injiciren und die Einwirkung auf den Blutlauf beobachten kann, ebenso pathologische, z. B. Entzündungsvorgänge, welche durch Einrisse in die beobachtete Schwimmhaut oft von selbst eintreten und das der Entzündung charakteristische Einwandern der weissen Blutkörperchen aus den Blutgefässen in das umliegende Gewebe und die Eiterbildung wahrnehmen lassen. Professor Ranke, in München hat deshalb Recht, wenn er sagt: „**Wir beachten hier ja nicht nur die Form der Organe und Organtheile, wir sehen direct in das rege Getriebe des thierischen Lebens hinein, wir sehen das Leben eine seiner wichtigsten Aeusserungen vor unseren erstaunten Blicken abspielen.**"

Deshalb werden es die Leser auch gerne verzeihen, dass sich der Verfasser bei der Technik der mikroskopischen Beobachtung des Blutkreislaufes so lange aufgehalten hat, mögen sie dadurch in die Lage gesetzt worden sein, ihn selbst zu beobachten. Jedes Apothekermikroskop reicht ja dazu schliesslich aus!

B) Beobachtung kleiner Wasserthiere und -Pflänzchen, ferner dem unbewaffneten Auge nicht mehr wahrnehmbarer oder doch nur undeutlich sichtbarer Lebewesen unter dem Mikroskope.

Wir haben in den vorhergehenden Erörterungen erläutert, wie man grössere Objecte, wie einen Floh, einen Fisch, einen Frosch u. dgl., oder richtiger — die biologischen Vorgänge in diesen Lebewesen unter dem Mikroskope beobachtet; wir wollen jetzt erörtern, welche Wege man einschlagen kann, um Bacterien, kleine Algen, Infusorien u. dgl., dem unbewaffneten Auge meist unzugängliche Geschöpfe, unter dem Mikroskope im lebenden Zustande in Bezug auf die biologischen Erscheinungen zu untersuchen.

Eine ältere Methode, derlei Wesen zu beobachten — war diejenige, sie einfach in einer Flüssigkeit (da ja diese Lebewesen fast ausschliesslich in Feuchtigkeiten zu leben pflegen), durch Auftropfen auf ein Glastäfelchen unter das Mikroskop zu bringen; der Tropfen verdunstete jedoch bald und man nahm dann dünne Glasröhrchen, sog einen Tropfen ein und brachte ihn so in dem „tubulus capillaris" auf den Tisch des Mikroskopes, wo sich der Tropfen schon länger erhielt. Diese Röhrchenmethode lässt sich zu manchen subtilen biologischen Versuchen auch heute noch verwerthen, weshalb wir dieselbe und einen damit ausführbaren biologischen Fundamentalversuch der modernen Bacteriologie hier darlegen werden.

Man nimmt ein gewöhnliches Glasröhrchen, wie es zu chemischen Versuchen dient, erhitzt die Mitte stark mit einer nicht russenden Flamme, bis die Mittelpartie stark erweicht ist und nimmt dann zwei an ihren Armen vorgewärmte Flachzangen. Mit der linken Hand fasst man die eine, mit der rechten die andere Zange und drückt das erweichte Glasrohr rechts und links von der rothglühenden Mittelpartie etwas flach; dann zieht man beiderseits an und erhält in der Mitte einen Glasfaden, rechts und links aber Glasspitzen, an denen flache, mehr oder weniger als 1 mm breite Glasröhrchen mit haardünnen Wänden sitzen. Bricht man nun mit der Pincette ein solches flaches Glasröhrchen ab, so dass ein 2 bis 3 cm langes Stückchen entsteht, so kann man einen Tropfen mit Infusorien, Bacterien, lebenden Diatomaceen etc. durch Cappillarität in das Röhrchen aufsaugen, dasselbe an den Enden mit Wachs verpicken und so das Ganze auf einen Objectträger unter das Mikroskop bringen. Der Tropfen in einem solchen Röhrchen hält sich stundenlang und man kann wegen der Abflachung auch mit stärkeren Linsen die Vorgänge in dem Tropfen verfolgen. Solch' ein Glasröhrchen benützte der Biologe Pfeffer zu dem nach ihm benannten Fundamentalversuche, womit er darthun wollte, dass die Bacterien die Fähigkeit haben, sich nach denjenigen

Oertlichkeiten zu begeben, wo sie die ihnen geeignete Nahrung finden.

Zur Ausführung dieses Versuches legt man einerseits ein erbsengrosses Stückchen Fleisch in ein Opodeldocgläschen und giesst Wasser darüber, worauf man das Ganze stehen lässt, bis sich ein schillerndes Häutchen an der Oberfläche bildet (im Sommer 36 im Winter bei Zimmerwärme von 14° 48 Stunden), andererseits bereitet man sich in einem anderen Opodeldocfläschchen eine Lösung, bestehend aus 5 ctgr (0·05 gr) Fleischextract und 5 gr gewöhnlichem Wasser.

Man bringt nun einen Tropfen der Fleischwasserjauche auf ein Objecttäfelchen unter das Mikroskop und saugt mit einem etwa 12 mm langen Stückchen eines recht flachen und dünnen Glasröhrchens von obenbeschriebener Herstellungsweise einen Tropfen der Fleischextractlösung auf. Beobachtet man nun den Tropfen Fleischwasserjauche, den man mit einem Deckglase zudecken kann, nachdem man, um den Zwischenraum zu vergrössern, zwei Haare zwischen Objectträger und Deckgläschen gebracht hat, mit einem stärkeren System (es muss keine Immersion sein, System 7 oder 8 einer der Wiener Firmen z. B. Louis Merker, Carl Reichert, Fritz Ebeling reicht hiezu aus), so sieht man die Bacterien in dem Tropfen als weissgraue Stäbchen herumschwärmen. Legt man nun das mit Fleischextract gefüllte Röhrchen mit einem Ende in den recht grossen Tropfen nach Aufheben des Deckgläschens hinein und beobachtet nun das Röhrchenende, welches von der Fleischwasserlösung ganz bedeckt sein muss, so wird man sehen, dass in der Nähe der Mündung des Glasröhrchens die Bewegung der Bacterien sofort lebhafter wird und dass sie den Weg nach der Nährflüssigkeit, das ist also der Mündung des mit Fleischextractlösung gefüllten Röhrchens einschlagen. Nach wenigen Minuten ist das Glasröhrchen mit Bacterien erfüllt und eine dichte Wolke derselben vor der Mündung angesammelt. Nimmt man statt der 1%igen Fleischextractlösung eine solche von 10 und mehr Percent Concentration, so wird man bei Wiederholung gedachten Versuches mit Erstaunen wahrnehmen, dass nun die Bacterien aus dem Tropfen gegen die Mündung des in den Tropfen hineingelegten, mit Fleischextractlösung höherer Concentrationsstufe gefüllten Röhrchens anschwärmen, jedoch gewissermassen zurückschreckend umkehren, sobald sie in die concentrirte Nährlösung getreten sind. Man sieht also, dass den Bacterien, so wenig wählerisch sie sonst sind, nicht jeder Concentrationsgrad der Nährflüssigkeit behagt und dass sie den ihnen behagenden Nährstoff nach Art der Thiere aufsuchen und den ihnen nicht behagenden fliehen, dass sie also eigentlich eine eigenthümliche Zwischenstufe zwischen Thieren und Pflanzen bilden; jedenfalls ist also Pfeffer's Versuch ein fundamentaler, da er fundamentale Aufklärungen über das Wesen der Bacterien gibt.

Bei diesem Versuche wird man jedoch alsbald wahrnehmen, dass allerlei lästige Diffractionserscheinungen den Gebrauch des Glasröhrchens als Behältniss zur Beobachtung kleinster lebender Objecte erschweren, indem die doppelte Wölbung der Glasflächen des Röhrchens namentlich beim Gebrauche starker Systeme, wie sie hier nothwendig sind, das scharfe Bild beeinträchtigt. Man hat deshalb auf verschiedene andere Arten versucht, kleine und kleinste Lebewesen im biologischactiven, d. h. lebenden Zustande der dauernden mikroskopischen Besichtigung zugänglich zu machen. Einmal verwendete man verschiedene kleine Tröge, welche man mit der die kleinen Lebewesen enthaltenden, in grösserer Menge vorhandenen Flüssigkeit füllte. Solche Tröge kann man auch heute, wo bessere Vorrichtungen zur Lebend-Beobachtung zur Verfügung stehen, mit Vortheil ohne Deckglas benützen, wenn grössere Infusorien, kleine Krebschen, z. B. Cyclops quadricornis, Daphnia Pulex, Asellus aquaticus, Larven von Wasserinsecten, Eier von Schnecken etc. in Betracht kommen. Diese Tröge habe ich mir, und zwar grosse und kleine, in grösserer Anzahl aus Glas selbst angefertigt. Fig. 104 zeigt einen solchen grösseren Trog, den ich dazu benützt habe, um kleine Weichthiere und deren Eier lebend zu beobachten, welcher sich aber auch zur Beobachtung von Wasserpflanzen und den an denselben angewachsenen Süsswasserpolypen, Bryozoen u. dgl. eignet.

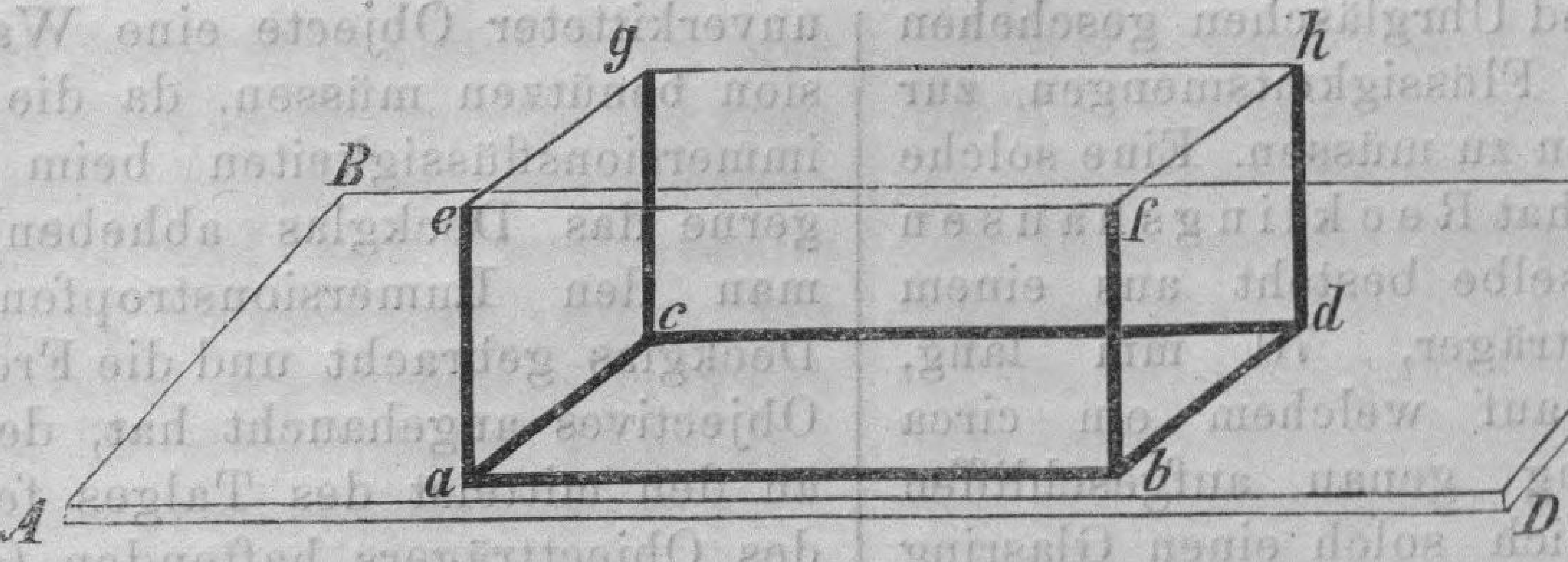


Fig. 104.

Um sich denselben zu machen, muss man einen guten Glasschneide-Diamant haben. Man braucht dann blos zwei Objectträger zu nehmen. Aus dem einen Objectträger schneidet man sich mit dem Diamant mit Hilfe eines Lineals die Glasflächen *aceg*, *bdfh*, welche miteinander congruent sein müssen und *abef*, sowie *cdgh*, welche ebenfalls mit einander gleich sein sollen, aus und klebt sie mittelst guten Siegellack zunächst an den Kanten *abcd* auf den zweiten Objectträger *ABCD*, welcher die Basis bildet, auf. Dann verstreicht man unter Zuhilfenahme einer heissgemachten Messerklinge auch die Kanten *ae* und *cg*, *bf* und *dh* mit Siegellack, bis ein wasserdichter Trog entstanden ist. Natürlich kann man sich solche Tröge in allen möglichen Grössen und Tiefen anfertigen, gut ist es aber, als Basis stets einen Objectträger englischen Formates im Ganzen zu nehmen. Ganz seichte Tröge kann man durch Uhrgläschen ersetzen, auch hier ist es aber der Stabilität wegen gut, das Uhrschälchen mittelst eines grossen Tropfens recht dicken Canadabalsams, der recht lange Ruhe zum Trocknen haben muss, auf einen Objectträger aufzukitten. Durch Erwärmen lässt sich das Trocknen des Canadabalsams beschleunigen, doch wird er dadurch gelblichbraun. Fig. 105 zeigt

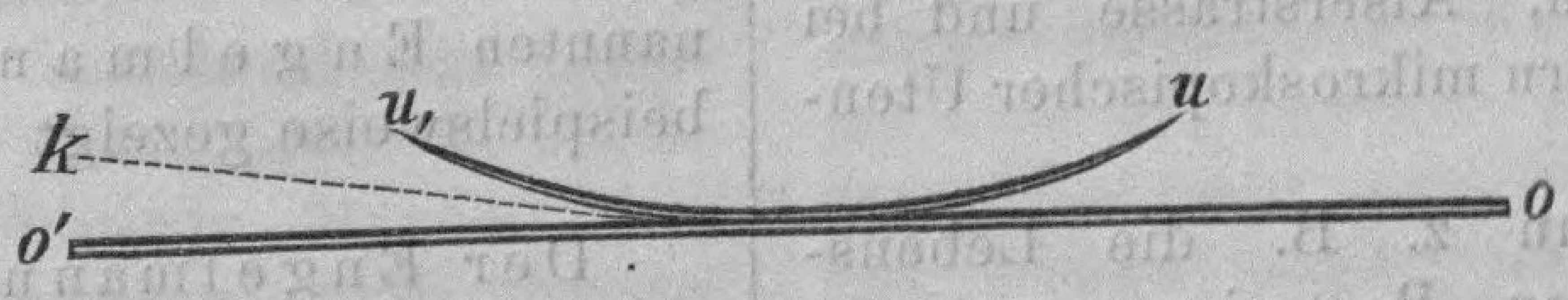


Fig. 105.

schematisch, wie ein Uhrschälchen der besseren Stabilität halber zweckmässig auf einem Objectträger aufgekittet werden kann. *o—o* ist der Objectträger, *n—o* das Uhrschälchen, *k* zeigt, wohin der Tropfen Canadabalsam, der Uhrschälchen und Objectträger zu verbinden bestimmt ist, placirt wird.

Diese Vorrichtungen werden gestatten, auch Zergliederungen todter Objecte unter Wasser, wo die einzelnen Theile dann flottiren und so besser wahrgenommen und schonender behandelt werden können — vorzunehmen. Die geschilderten, vor dem Umkippen durch Aufkitten auf einen Objectträger geschützten Uhrgläschen werden aber auch bei chemischen Reactionen, die unter dem Mikroskope vorgenommen werden müssen, gute Dienste leisten, weshalb deren Herstellung sich auch solchen empfehlen dürfte, welche sich mit Beobachtung grösserer lebender Objecte selten oder gar nicht befassen.

Viel wichtiger als die gedachten Vorrichtungen sind für die praktische Mikroskopie die eigentlichen „feuchten Kammern“. Man versteht darunter eine ganze Gruppe von Vorrichtungen, welche gestatten sollen, Objecte in Flüssigkeiten — und zwar namentlich Organismen (z. B. Bacterien) oder lebende Theile von solchen (z. B. Blut, Lymphe etc.) auf dem Objectträger längere Zeit vor dem Verdunsten geschützt — auch in sehr kleinen Quantitäten in beobachtungsfähigem Zustande zu erhalten, wie wir es bei dem Pfeffer'schen Fundamentalversuch durch die Anwendung des Röhrchens erzielt haben, ohne aber die Unbequemlichkeiten der optischen Beeinträchtigung des mikroskopischen Bildes in den Kauf nehmen, oder aber, wie dies bei Anwendung der vorgeschilderten

(tiefen) Tröge und Uhrgläschen geschehen musste, grössere Flüssigkeitsmengen zur Disposition haben zu müssen. Eine solche feuchte Kammer hat Recklingshausen angegeben. Dieselbe besteht aus einem grossen Objectträger, 70 mm lang, 60 mm breit, auf welchem ein circa 2½ cm Glasring genau aufgeschliffen ist; man kann sich solch einen Glasring leicht selbst herstellen, wenn man einen Rundbrenner - Lampencylinder mittelst Sprengkohle (eine Masse, die ähnlich zusammengesetzt ist, wie die Räucherkerzchen) absprengt, so dass ein Ring von 3—4 cm Durchmesser und 3 cm Höhe übrig bleibt, den man dann auf einer Gusseisenplatte mit feinem Sand und Wasser solange im Kreise schleift, bis er eben ist und die Ränder frei von Rissen sind.

Dann verschafft man sich einen 5 cm langen Schlauch, welcher auf das Glasringrohr passt, aber sich auch um den Tubus des Mikroskopes mittelst dünnen Bindfadens dicht anschnüren lässt. Derlei Feuchtekammern nach Recklingshausen erhält man auch fertig bei Siebert, Wien, Alserstrasse und bei sonstigen Händlern mikroskopischer Utensilien.

Hat man nun z. B. die Lebenserscheinungen von Bacterien zu beobachten, so bringt man einen Tropfen der dieselben enthaltenden Flüssigkeit von der Grösse eines grossen Stecknadelkopfes auf den Objectträger, ein ebenso grosses Tröpfchen auf ein Deckgläschen, fasst das Deckgläschen mit der Pincette und kehrt es rasch auf den Objectträger um, so dass beide Tröpfchen zusammenfliessen. Nunmehr bestreicht man die Randbasis des Glasringes, auf welchem man mittelst einer dreikantigen Feile und etwas Spiritus Terebinth., mit dem man die Feile benetzt, leicht eine Einkerbung zum Anbinden des Schlauches anbringen kann, mit Talg und drückt den Ring so auf den mit dem Bacterientropfen versehenen Objectträger, dass der Mittelpunkt des Deckgläschens mit dem Centrum des Ringes zusammenfällt, schnürt nach Adjustirung des Mikroskoptubus mit dem zur Beobachtnng bestimmten Objective, eventuell, falls man eine Immersion benützt (man wird zu derlei Beobachtungen unverkitteter Objecte eine Wasserimmersion benützen müssen, da die zähen Oelimmersionsflüssigkeiten beim Einstellen gerne das Deckglas abheben) nachdem man den Immersionstropfen auf das Deckglas gebracht und die Frontlinse des Objectives angehaucht hat, den Schlauch an den mittelst des Talges fest am Glase des Objectträgers haftenden Glasring an, senkt das Objectiv in den Schlauch und schnürt nunmehr den Schlauch an das Tubusende an. Dann stellt man ein. Da der Schlauch mit dem Ring die Objecte von der freien Atmosphäre abschliesst, so kann der Tropfen zwischen Deckglas und Objectträger nicht verdunsten und man kann bei ganz normaler Dicke des Objectes (flachgedrückter Flüssigkeitstropfen) die Lebenserscheinungen in dem Objecte tagelang, ohne Austrocknen fürchten zu müssen, beobachten.

Zu welcherlei Versuchen eine derlei feuchte Kammer (ebenso wie die im Nachfolgenden zu beschreibenden handsameren Vorrichtungen zu gleichem Zwecke) dienen kann, soll im Nachfolgenden durch Schilderung des sogenannten Engelmann'schen Versuches beispielsweise gezeigt werden.

Der Engelmann'sche Versuch:

Wir brauchen zu diesem Versuche Bacterien und grüne Algen, beide in vivo.

Es ist bekannt, dass die Bacterien in solche zerfallen, welche ohne Sauerstoffzufuhr leben können, aber auch bei Zufuhr von Sauerstoff nicht absterben (facultative Anaëroben) und solche, welche blos bei Sauerstoffzufuhr gedeihen (obligate Aëroben), ferner in solche, welche ganz im Gegentheil bei Gegenwart von Sauerstoff absterben (obligate Anaëroben), auf welche Eintheilung wir bei Besprechung der sogenannten Gaskammern werden uns weiter unten noch einmal erinnern müssen.

Hier sei erwähnt, dass es unter den facultativen Anaëroben solche gibt, welche bei Sauerstoffmangel nicht absterben, wohl aber ihre Lebenserscheinungen minder lebhaft werden lassen. Die mit Eigenbewegung begabten Bacterien unter ihnen stellen die Bewegung ein, sobald der Sauerstoff fehlt und beginnen dieselbe wieder, sobald Sauerstoffzufuhr eintritt.

In einem Aufguss von Heu kann man den Bacillus subtilis Ehrenberg, der trotz seines Namens schon zu den grössten Formen gehört und sich durch lebhafte Eigenbewegung auszeichnet, schon mit verhältnissmässig schwachen aber guten Systemen, z. B. Reichert's, Ebeling's oder Merker's Trockensystemen von Nr. 5 aufwärts, beobachten; er stellt Stäbchen von 3- bis 10tausendstel mm („μ") Länge und 1- bis $1^1/_2$tausendstel mm Breite dar, welche sich mittelst Geisseln (die man aber ohne besondere Färbungstechnik, selbst mit den besten Objectiven, kaum zu Gesicht bekommt) recht rasch in dem Heuaufgusse umhertummeln. Diese Bacillen bieten wegen ihrer Vorliebe für Oxygen, ihrer leichten Sichtbarkeit und auffallenden Bewegung, namentlich aber leichten Beschaffbarkeit ein bequemes Materiale für die Ausführung des Engelmann'schen Versuches dar.

Wir lassen jetzt die Bacterien und gehen zu dem zweiten Erforderniss des Engelmann'schen Versuches über: Grüne Algen.

In jedem stehenden Wasser finden wir grüne Ballen, bestehend aus Algen-Colonien; ganze Wassergräben, ja Teiche sind mit wolkenförmigen Massen eines grünen verfilzten Gewebes erfüllt, welches aus feinen Fäden von meist smaragdgrüner Farbe besteht. Die Membran dieser Algen ist nämlich wasserhell durchsichtig, der Innenraum dagegen mitChlorophyllkörnern, welche eben die schöne Smaragd-Farbe aufweisen, erfüllt.

Zieht man einen solchen Algenfaden aus dem Gewirre heraus und bringt ihn mit Wasser und einem Deckglase bedeckt unter das Mikroskop, so sieht man in den schlauchförmigen, langgestreckten Zellen die Blattgrünkörner schon bei 100facher Vergrösserung.

Diese Chlorophyllkörner haben nun die Eigenschaft, im Lichte Oxygen zu entwickeln, welches vom umgebenden Wasser absorbirt wird. Die Sauerstoffmenge, welche ein solch' grüner Algenfaden aushaucht, ist natürlich so minimal, dass sie sich jeder chemischen Nachweisung entzieht; mit Hilfe des Engelmann'schen Versuches lässt sie sich aber unter Benützung der feuchten Kammer nachweisen.

Wir nehmen den grossen Objectträger der Recklingshausen'schen feuchten Kammer her und bringen ein Tröpfchen des Heuaufgusses mit dem Bacillus subtilis auf denselben.

Da hinein legen wir einen Algenfaden (am besten von Spirogyra). Dann geben wir ein Deckgläschen darauf, stülpen den Glasring der Recklinghausen'schen feuchten Kammer darüber, den wir sorgfältig mit Talg bestrichen haben und verbinden Tubus und Glasring nach Ansetzen eines mittelstarken Trockenobjectives mit dem Schlauche. Gut ist es, den Glasring an der Innenseite mit dickem, wassergetränktem Fliesspapier zu belegen. Blickt man nach scharfer Einstellung durch das Mikroskop, so sieht man Alles in Bewegung; die Bacillen wirbeln nur so um den grünen Algenfaden herum!

Nun deckt man das Mikroskop sammt Spiegel mit einem dichten, schwarzen Tuche zu und lässt das Ganze etwa eine Stunde stehen. Wenn man dann das Instrument in einen dunklen Raum bringt und dort nach Abdecken des Tuches mit Hilfe einer mit matter homogener Glaskugel versehenen Petroleumlampe beleuchtet und einstellt, sieht man, dass die Bacterien träge umherliegen. Bringt man das Ganze wieder an's helle Fenster, stellt den Spiegel auf starke Beleuchtung ein und wendet zur Beobachtung mittelstarke Blenden an, so wird man wahrnehmen, dass unmittelbar nach Einlass des Tageslichtes die Bacterien sofort sich zu rühren beginnen und alsbald wieder munter umherschwärmen.

Nach Verfinsterung des Objectes hatten nämlich die Bacterien die geringe, im Tropfen des Heuaufgusses enthaltene Sauerstoffmenge bald verbraucht; die grüne Alge konnte im Dunkeln keinen Sauerstoff entwickeln und so mussten die Bacterien sozusagen mit dem Tode durch Ersticken kämpfen, was ihre Bewegungsenergie lähmen musste. Auch das Lampenlicht hat eine so kräftige actinische Wirkung, um aus der grünen Alge merkliche Mengen von Oxygen zu entwickeln.

Als aber Tageslicht eingelassen wurde, zerlegte das Pflanzengrün die im Tropfen enthaltene Kohlensäure und hauchte Sauerstoff an den Tropfen zurück, so dass sich die Bacterien sogleich, als ob sie

von einer Fessel befreit würden, in Bewegung setzten, wie wir ja gesehen haben.

Das Interessanteste kommt nun; man hat nämlich dieses Experiment benützt, um die minimalen Mengen von Oxygen zu berechnen, welche ausreichen, um auf die Bacterien einen Reiz zu üben. Diese Berechnung hier anzuführen, würde den Rahmen dieses Leitfadens überschreiten; die Art der Berechnung allein soll hier skizzirt werden. Man stellt nämlich zuerst durch Versuche fest, wie viel Oxygen eine grössere Menge von Algenfäden (z. B. tausend solche Fäden) produciren, was ja der heutigen Gasanalyse keine besondere Schwierigkeiten macht. Dann zählt man mittelst des Mikroskopes die Durchschnittszahl der Zellen, aus denen ein Algenfaden besteht und dividirt, falls die Anzahl der Zellen bei der in Versuch gezogenen Zahl y, das von tausend Fäden in der Zeiteinheit producirte Oxygen-Quantum x sei, x durch 1000 y $= \frac{x}{1000\,y} = Z$; eine Zelle producirt also Z Cubikeinheiten Oxygen. Es ist nun einem halbwegs geübten Mikroskopiker leicht, eine einzelne Algenzelle abzuschneiden und zu dem Engelmann'schen Versuche zu verwenden; ja es geht auch an, die Zelle mit Hilfe des Ocularmikrometers in Hälften und Vierteln zu zerlegen und den Engelmann'schen Versuch zu wiederholen, bis die Bacterien auf das von dem Zellenbruchtheile producirte Oxygen auch im hellsten Lichte nicht mehr reagiren. Man kam so zu einer Grenzzahl und fand, dass Ein Trillionstel Milligramm Oxygen schon ausreicht, um in einer Secunde Bacterien in Bewegung zu setzen. Kehren wir den Versuch um, so müssen wir sagen: Die Bacterien sind, falls sie — wie die meisten beweglichen Bacillen es thun — bei Anwesenheit von Sauerstoff gedeihen, das empfindlichste Reagens auf Sauerstoff, da sie schon von einem Trillionstel Milligramm merklich beeinflusst werden! Wir sehen aus dem durch den Engelmann'schen Versuch gegebenen Beispiele, wie wichtig es für den Naturforscher ist, die mikroskopischen Objecte nicht nur in präparirtem todten Zustande, sondern auch im natürlichen lebenden zu betrachten und es wird damit gerechtfertigt sein, wenn wir uns auch im Folgenden mit den Vorrichtungen, welche gestatten, auf handsamere und einfachere Weise, als dies bei der durch den Umstand, dass das Objectiv selbst in der feuchten Kammer ist, etwas unbequemen und dem Objectivglase selbst nicht sehr zuträglichen Methode der Recklingshausen'schen feuchten Kammer möglich ist, — lebende, sehr kleine Wesen unter dem Mikroskope, sowohl in normalem, als durch chemische und physikalische Einflüsse künstlich modificirtem biologischen Zustande zu beobachten, des Näheren zu beschäftigen.

*

Die häufigste Methode ist seit neuester Zeit die Beobachtung kleinster Lebewesen, namentlich Bacterien — im „hängenden Tropfen“ geworden. Denken wir uns einen Concav ausgeschliffenen Objectträger, wie er auch z. B. zur Lebend-Beobachtung kleiner im Trockenen lebender Insecten dienen kann und wie ihn uns im Durchschnitte Fig. 95 zeigt — gut gereinigt vor uns hingelegt, so können wir denselben in der Weise als feuchte Kammer benützen, dass wir auf die hohlgeschliffene Stelle ein Deckgläschen von

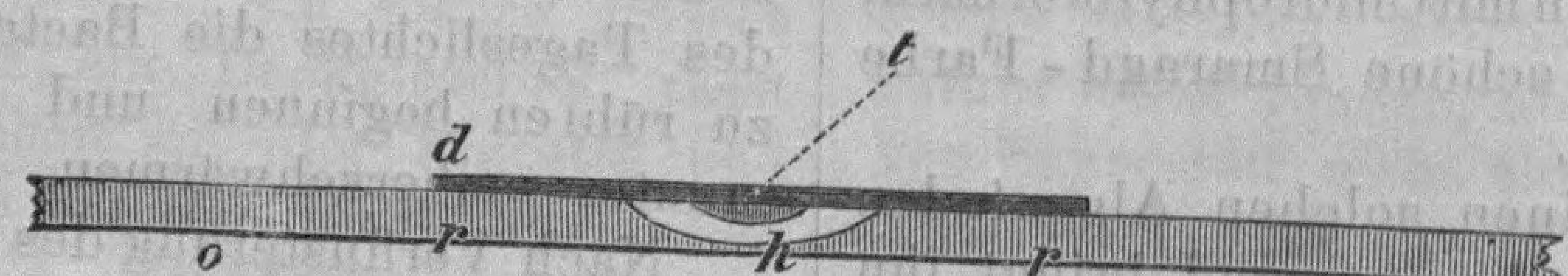


Fig. 106.

mindestens doppelt so grossem Durchmesser bringen als jener des Hohlschliffs beträgt, auf welches vorher in der Mitte ein Tröpfchen der die zu beobachtenden Lebewesen enthaltenden Flüssigkeiten gebracht wurde. Um einen besseren, die Verdunstung des Tröpfchens hindernden Verschluss zu erzielen, thut man gut, bei Anbringen des Tröpfchens folgendes Verfahren einzuschlagen: Man nimmt den hohlgeschliffenen Objectträger, bestreicht die Randpartie um den Hohlschliff herum mit Talg oder Vaselin, legt das Deckgläschen vor sich auf den Tisch, bringt mit einem Glasröhrchen oder Glasstäbchen

ein erbsengrosses oder gar nur linsengrosses Tröpfchen, der das Beobachtungsmateriale enthaltenden Flüssigkeit auf das Deckgläschen und stürzt nun den Objectträger mit dem Hohlschliff über das auf dem Deckgläschen befindliche Tröpfchen. Das Deckglas haftet dem mit Fett bestrichenen Rande des Hohlschliffes gut schliessend an und man kann dann mit den stärksten Linsen die Vorgänge im Tropfen, namentlich in der Randpartie desselben beobachten. Da aber die Hohlschliffform der feuchten Kammer die Diffractionserscheinungen einer Concavlinse als für manche subtile Untersuchungen recht unangenehmen Uebelstand mit sich bringt, dann aber auch für viele aërobe Lebewesen zu geringen Luftraum bietet, so dass sie alsbald in der hermetisch, von der äusseren Athmosphäre abgeschlossenen feuchten Kammer asphyctische Erscheinungen aufweisen und schliesslich unter den sogenannten Involutionserscheinungen zu Grunde gehen, so hat man anstatt der Hohlschliffe Zellen mit planem Boden vorgezogen, welche meist aus durchbohrten Glasplatten oder Glasringen bestehen, welche am besten mittelst Canadabalsam auf englische Objectträger aufgekittet werden und auf welche man dann das Deckglas mit dem hängenden Tropfen stülpt. Solche Ringe, resp. Glaszellen erhält man aus Glas oder Hartgummi bei Siebert, Alserstrasse 19, zu kaufen und sind die Figuren 107 und 108, wo Fig. 107 eine feuchte Kammer aus einer

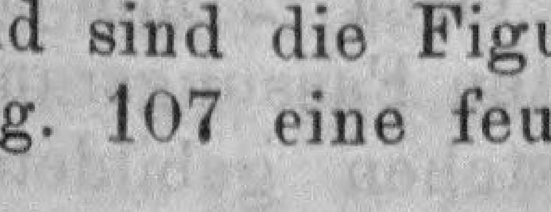


Fig. 107.

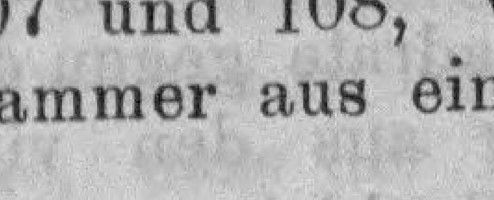


Fig. 108.

Glaszelle und Fig. 108 eine solche aus einem Glasring aufweist, dem Preiscourante dieser Firma entnommen.

Prof. Thanhofer in Pest ging aber noch weiter; er construirte eine feuchte Kammer, welche einerseits noch mehr Luft und nöthigenfalls Feuchtigkeit in der abgeschlossenen feuchten Kammer aufzuspeichern gestattet, andererseits aber die Diffractions-Erscheinungen, die der hängende Tropfen naturgemäss durch seine convexe Form im Gefolge hat (da er eine planconvexe Linse darstellt) und die bei sehr farblosen und zarten Organismen die deutliche Beobachtung stören — beseitigt, weil der Tropfen ganz abgeplattet ist und der zu durchforschenden Wasserschicht eine beliebige, d. h. blos von der Construction der feuchten Kammer abhängige Dicke gegeben werden kann.

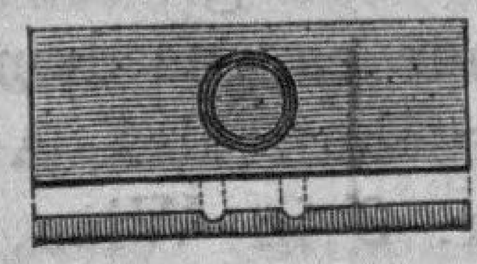


Fig. 109.

Fig. 109 zeigt diese feuchte Kammer von oben und im Durchschnitt gesehen. Fig. 110 erläutert die constructiven Details, wie sie die heutigen Glasschleifereien bei Herstellung solcher feuchter Kammern nach Prof. Thanhofer benützen. Betrachten wir Fig. 110. O_1 zeigt den die Basis des ganzen Apparates abgebenden Objectträger; auf diesen ist ein zweiter, oben meist mattgeschliffener, in der Mitte bis zur Oeffnungsweite von 15 mm durchbohrter Objectträger O_2—O_2 mittelst Canadabalsam aufgekittet, so dass eine circa 2 mm tiefe Zelle entsteht. Mitten in dieser Zelle ist ein Glasblock b aufgekittet, wodurch der ringförmige Luftraum l—l entsteht. Bringt man nun das Deckgläschen d—d mit dem hängenden Tropfen t auf die Glaszelle O_2—O_2, so wird dieser Tropfen an der oberen Fläche des Glasblockes b sich abplatten und es werden lästige Diffractions-Erscheinungen vermieden. Auch lässt sich die Dicke der Beobachtungsflüssigkeits-Schichte bei verschiedenen Kammern variiren, indem ja die Dicke von t nur abhängt, von der Höhe des Glasblockes b und der Tiefe der Zelle O_2—O_2 bei l—l. Nennen wir die Höhe des Glasblockes h und die Tiefe der Glaszelle O_2—O_2 (welche abhängig ist von der Dicke des oberen Objectsträgers O_2—O_2) t, so ergibt sich

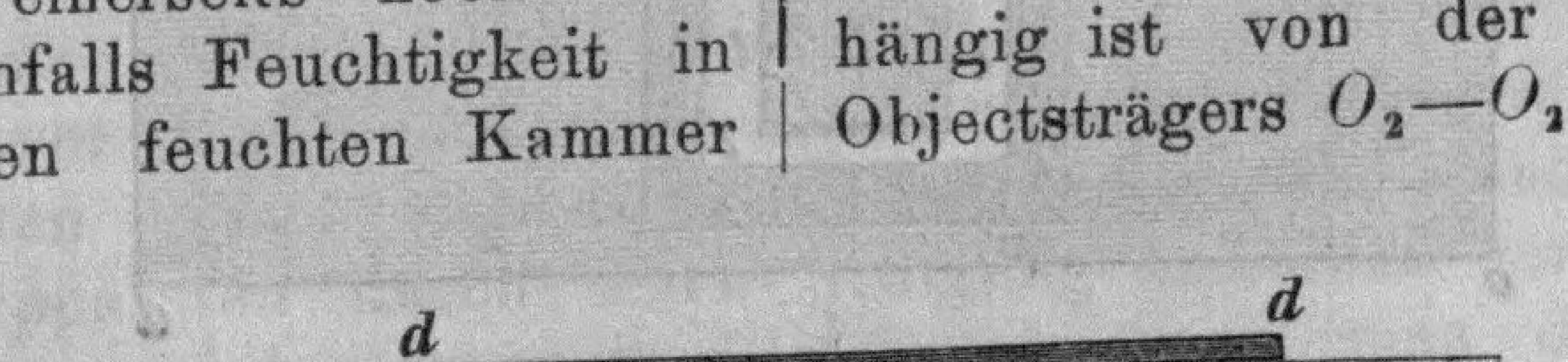


Fig. 110.

die Dicke der Tropfen-Schichte $s = t - h$.

Ich habe nun versucht, mir selbst solche feuchte Kammern von verschiedener Dicke herzustellen.

Hiezu bedarf man ausser einigen Objectträgern von verschiedener Dicke, einem guten Glasschneide-Diamant, einem Lineal und etwas recht dicken Canadabalsam, noch eines auch recht gut zur Messung der Dicke von Deckgläschen verwendbaren Instrumentes: „Zehntelmass“ genannt, welches Fig. 111 in der Form zeigt, in welcher es aus dem Mechaniker-Fournituren-Geschäft des Adolf Stern, I., Fischhof Nr. 3 in Wien, um den unglaublich billigen Preis von nur 2 Franken (85 Kreuzer ö. W.) bezogen werden

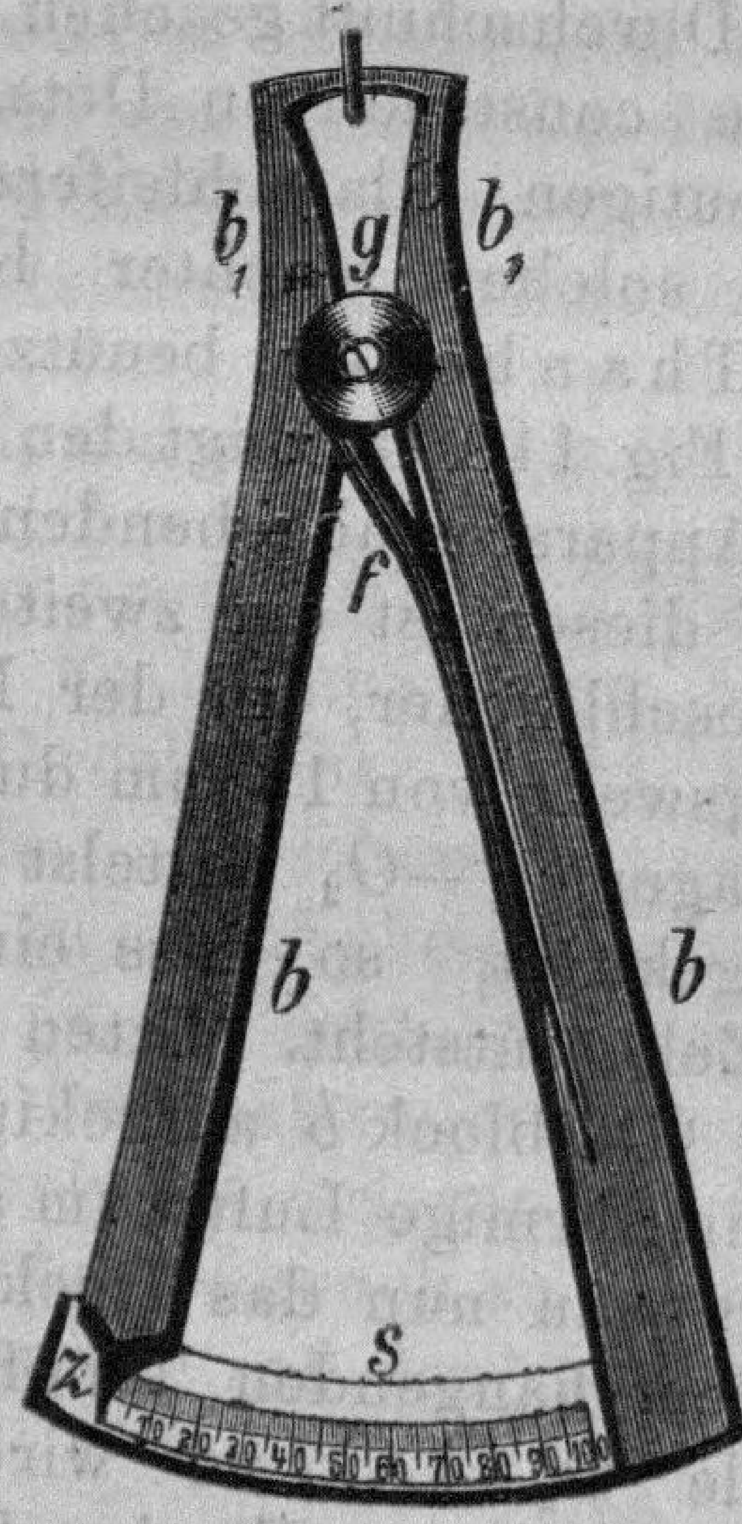


Fig. 111.

kann. Um die Dicke von Glasplatten damit zu bestimmen, bringt man das zu messende Glas zwischen die Branchen $b_1 - b_1$ des zangenartig gebauten stählernen Instrumentchens, indem man den Zeiger $b - z$ gegen die Feder f drückt, wobei sich die Branchen $b_1 - b_1$ um so viel öffnen, als die Dicke des zu messenden Glases g ausmacht. Die Dicke kann dann an der Messingscala s direct in Zehntel-Millimeter abgelesen werden. Zeigt der Zeiger z z. B. auf 30, so hat die Glasplatte $^{30}/_{10} = 3$ mm Dicke.

Um sich nun auch feuchte Kammern mit den Vortheilen jener nach Dr. Thanhofer selbst herzustellen, nimmt man (Fig. 112) einen Objectträger $a\ b\ c\ d$ von beliebiger Dicke, schneidet sich aus einem anderen recht dicken Objectträger mittelst Lineal und Diamant die vier Leistchen $m\ n\ o\ p$, $x\ n\ u\ w$, $u\ v\ r\ t$ und $p\ q\ r\ s$ und klebt sie mittelst Canadabalsam so auf den Objectträger, dass die viereckige Glaszelle $m\ o\ v\ s$ entsteht. Das Ganze legt man verkehrt auf eine ebene Marmorplatte und beschwert es auf der nach oben gekehrten Unterseite mit Gewichten, damit beim Trocknen die Ränder der Glaszelle, die ja aus den vorgedachten Leistchen mosaikartig zusammengefügt wird, recht eben werden. Ist Alles in 1—2 Wochen gut getrocknet, putzt man etwaige hervorgequollene Canadabalsam-Tröpfchen mit einem Messerchen und einem mit Xylol befeuchteten oder mit Terpentinöl getränkten reinen Leinwandfetzchen weg und kittet ebenfalls mittelst Canadabalsam, der aber nicht sehr dick sein soll, also mit Spir. Terebinth. oder Xylol verdünnt sein kann, den Glasblock b mitten in die Glaszelle ein. Der Glasblock besteht aus einem viereckigen, um circa 2 mm im Quadrate gegen den lichten Fassungsraum der aus den vier Leistchen gebildeten Zelle kleineren Stück eines Objectträgers, welcher um so viel dünner sein muss, wie das Glas, aus dem die vier Leisten geschnitten wurden — als man die Tiefe, resp. Dicke der zu untersuchenden Flüssigkeitsschicht wählen will. Soll z. B. die

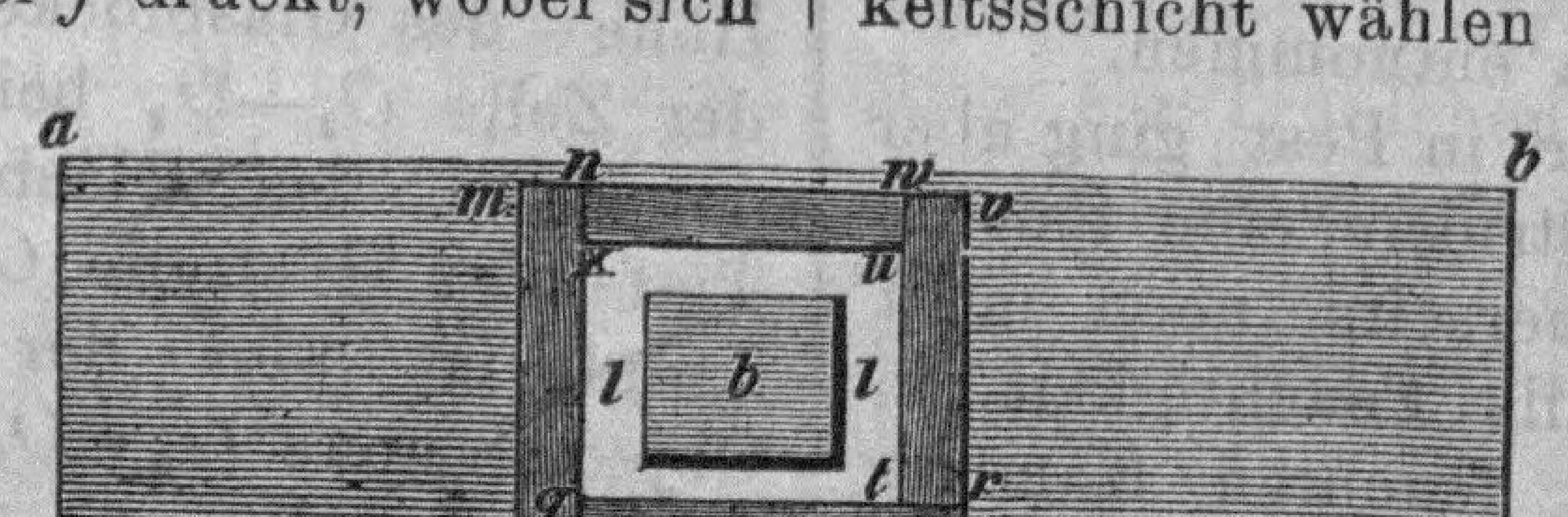


Fig. 112.

zu beobachtende Wasserschicht zum Studium der Lebenserscheinungen von kleinen Mückenlarven, kleinen Würmern u. dgl. Süsswasserthieren dienen, dann kann sie 0·5 mm tief sein, dann also wird das Glas zu den Leisten z. B. $1^1/_2$ mm, jenes zum Glasblock dagegen blos 1 mm dick sein müssen; handelt es sich aber z. B. um das Studium von Hefezellen, Bacterien oder auch kleinerer Infusionsthiere (Monaden, Geisselinfusorien etc. etc.), dann wird man die Flüssigkeitsschicht des abgeplatteten hängenden Tropfens möglichst dünn nehmen, z. B. 0·1 mm oder noch dünner, indem man zu den Glasleisten und dem Glasblocke Gläser nimmt, welche sich in der Dicke um die entsprechende Differenz unterscheiden. Tastet man mit dem Zehntelmasse (Fig. 112) eine Glasplatte ab, welche etwas grössere Ausdehnung hat, so wird man leicht wahrnehmen, dass verschiedene Partien der Glasplatte eine verschiedene, bei gutem Fabricate oft blos um Zwanzigstel eines Millimeters variirende Stärke haben. Durch Verwendung der stärksten Stellen zu den Leisten, der schwächsten zu dem Glasblocke habe ich selbst mir feuchte Kammern von 0·05 mm Tiefe der Beobachtungsflüssigkeitsschicht verfertigt.

Diese feuchten Kammern vorgeschilderter Art sind aber auch aus anderen Rücksichten wichtig. Sie bilden nämlich die Grundlage zu verschiedenen Apparaten, um chemische und physikalische Einflüsse auf die zu untersuchenden lebenden Organismen einwirken zu lassen.

Es ist ja keine Frage, dass der Einfluss, den z. B. gewisse Gasarten (Sauerstoff, Wasserstoff, schwefelige Säure, Chlorgas etc.), auf l e b e n d e Organismen minimaler Grösse haben, schon deshalb interessant ist, weil die Kenntniss desselben für die Hygiene eine sozusagen exacte Grundlage zu geben im Stande ist; auch die Elektricität spielt, abgesehen vom rein wissenschaftlichen Standpunkte, bereits eine gewisse Rolle als Desinficiens und vor nicht langer Zeit gingen Nachrichten von elektrischen Wasserreinigungsapparaten durch Fach- und Tagesblätter; es wird also auch ein Apparat, welcher gestattet, lebende Organismen unter dem Einflusse elektrischer Ströme unter dem modernen Mikroskope zu untersuchen, eine durchaus nicht unnütze Beigabe des Instrumentariums des praktischen Mikroskopikers bilden.

Schliesslich versteht es sich von selbst, dass der Einfluss der Wärme, welche ja eigentlich in gewissem Grade die Grundlage organischen Lebens ist, die erheblichsten Veränderungen in Bezug auf Wachsthum, Vermehrnng und Absterben der kleinsten Organismen hervorzubringen vermag und deshalb mittelst geeigneter, ein so heikles Instrument, wie das Mikroskop eines ist — möglichst wenig in seiner Integrität schädigender Apparate zur Anwendung gebracht werden soll — ebenfalls eminentes praktisches Interesse gewährt.

Wir müssen deshalb in den folgenden Zeilen diese Apparate, welche unter den Namen: „Gaskammern", „Elektrische Objectträger" und „Heizbare Objecttische" bekannt sind — besprechen und werden sehen, dass die besprochene feuchte Kammer mit hängendem Tropfen bei einigen dieser Instrumente — wie bereits erwähnt — eine wichtige Rolle spielt, ja sozusagen die Basis abgibt.

Apparate zur Einwirkung chemischer und physikalischer Agentien auf lebende mikroskopische Objecte.

1. Die Gaskammer.

Gibt man einer der in der letzten Fortsetzung beschriebenen feuchten Kammern eine Einrichtung, dass man gewisse Gase um den hängenden Tropfen herum durchleiten kann, so entsteht die Gaskammer.

Am einfachsten ist jene von S t r i c k e r, und wir geben sie hier deshalb ausschliesslich wieder, weil jeder einigermassen geschickte Mikroskopiker im Stande ist, sich dieselbe, wenn auch in modificirter Weise selbst anzufertigen.

Bevor wir aber auf die Einrichtung und Selbstanfertigung der Gaskammer eingehen, müssen wir uns zunächst klar werden, zu was wir dieselbe brauchen. Stets geht das Bedürfniss der Befriedigung desselben voraus und nicht umsonst nennt man die Noth die Mutter aller Erfindungen. Bevor der Urmensch nach der spitzen Fischgräte griff, um mit derselben zu bohren, musste er irgendwo,

etwa in einem um die Schultern zu hängenden Felle, ein Loch benöthigen. Dieser Entwicklungsgang vom Bedürfniss zu dessen Befriedigung zeigt sich aber in der Regel (Ausnahmen bestätigen sie ja nur) auch bei den technischen Behelfen der Wissenschaft und zum Verständnisse eines Werkzeuges ist nichts so nothwendig, als zu wissen, wozu es erfunden wurde.

Die Gaskammer entsprang, wie schon oben erwähnt, dem Bedürfnisse, lebende Organismen der Einwirkung verschiedener Gase auszusetzen. Als man erkannt hatte, dass jede Zelle in gewisser Hinsicht ein Individuum, dass die complicirteren Organismen Zellenstaaten und die Gesundheit und Krankheit nichts, als verschiedene, dem Gedeihen des Zellenstaates förderliche oder abträgliche Zustände der Zellenindividuen seien, lag es für die Forscher auf dem Gebiete der sogenannten Cellularphysiologie und Cellularpathologie nahe, die Einwirkung der verschiedensten Agentien auf lebende Zellindividuen unter dem Mikroscope zu studiren. Unter diesen Agentien waren natürlich auch die chemischen und unter diesen erforderte die Application verschiedener Gase die Herstellung der Gaskammer. Namentlich die mit amöbenartiger Bewegungsselbstständigkeit begabten Leucocyten (weisse Blutkörperchen) wurden auf ihr Verhalten in reinem Sauerstoffe, in der Kohlensäure u. s. w. geprüft, aber auch die rothen Blutkörperchen, namentlich solche der Kaltblütler, wurden einem eingehenden Studium in Bezug auf die Einwirkung verschiedener Gasarten auf dieselben unterworfen. Als dann die Bacteriologie als neue Wissenschaft ihren Siegeszug durch die Welt antrat, lag es nahe, auch lebende Bacterien auf ihr Verhalten in verschiedenen Gasen zu untersuchen. — Wir haben oben, bei Beschreibung des Engelmann'schen Versuches gesehen, wie empfindlich die anaëroben Bacterien gegen Aenderungen der Sauerstoffmengen in dem Medium sind, in dem sie leben. Es gibt aber auch anaërobe Bacterien, d. h. solche, die keinen Sauerstoff vertragen. Um diese längere Zeit lebend zu beobachten, kann man selbe in sauerstofffreien Medien beobachten, indem man der Beobachtungsflüssigkeit zunächst den absorbirten Sauerstoff entweder mittelst der Luftpumpe oder durch eine Lösung von 1 gr Pyrogallol und 1 ccm Liqu. Kal. caust. in 10 ccm gekochten Wassers*) entzieht, dann einen Tropfen der Flüssigkeit in die Gaskammer bringt und durch diesen trockenen Wasserstoff durchleitet. Die Entziehung des Sauerstoffes geschieht mittelst der alkalischen desoxydirenden Pyrogallol-Lösung am leichtesten, so, dass man ein Uhrschälchen, mit der die Bacterien enthaltenden Nährlösung, respective Beobachtungsflüssigkeit, auf einer passenden Brücke oder einem Schwimmer unter eine mit Quecksilber oder flüssigem Paraffinöl abgesperrte Glasglocke bringt, in welcher gleichzeitig eine Schale mit der vorbeschriebenen Pyrogallol-Lösung sich befindet.

Nachdem wir nun dem Leser ein Bild davon gegeben haben, wozu die Gaskammer benützt wird, wollen wir diese selbst beschreiben.

Auf einem englischen Objectträger befindet sich eine viereckige Glaszelle, welche einen viereckigen Trog umschliesst, auf dessen Boden die Luft- und Feuchtigkeitsrinne (zur Aufnahme des Verdunstungswassers) eingeschliffen ist. Durch die entsprechend durchlöcherten Glasleisten der Glaszelle führen die in dieselben luftdicht eingekitteten zwei Zuleitungsröhren. An der einen Röhre befindet sich ein von einem Gasometer ausgehender Gasleitungsschlauch, welcher mit dem in Fig. 113 separat abgebildeten Schraubenquetschhahn

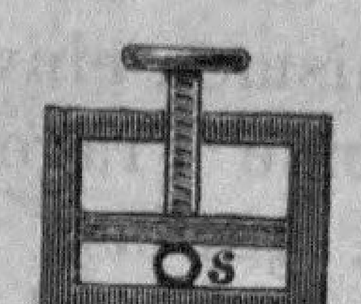


Fig. 113.

mehr oder weniger geöffnet und nöthigenfalls ganz abgesperrt werden kann. An der anderen Röhre ist eine ähnliche Schlauchvorrichtung angebracht.

Bei Benützung bestreicht man die Ränder der Glaszelle mit Unschlitt und drückt das, mit dem die zu beobachtenden Objecte enthaltenden hängenden Tropfen versehene Deckglas fest auf dieselben, bis es gasdicht haftet. Eine weitergehendere Verkittung (mit Siegellack in Spiritus gelöst) habe ich bei den gewöhnlichen Ver-

*) Buchner's Methode; siehe „Centralblatt für Bacteriologie", Nr. 5 des 4Bandes (1888).

suchen, wobei das Gas blos durchströmt und der Druck einer Atmosphäre nicht merklich überschritten wird, kaum nöthig gefunden. Bei Beobachtung schraubt man beide Schlauchhähne auf. Ist genügend Gas durchgeströmt, dass es die atmosphärische Luft aus der Kammer verdrängt hat, so schliesst man zuerst den einen und dann den anderen Hahn und der Tropfen bleibt dem betreffenden Gase ausgesetzt. Um den Tropfen nicht zu irritiren, darf das Gas nicht etwa b l a s e n d einströmen, sondern sachte, was man durch die Schraubhähne in seiner Gewalt hat.

Um sich eine solche Gaskammer selbst anzufertigen, kann man so vorgehen, wie oben, bei Erläuterung der Fig 113 angegeben wurde; nur muss man in die Gaszellentheile, welche die Röhren aufnehmen sollen, halbovale Rinnen mit einer runden, mit Terpentinöl bestrichenen Stahlfeile ausschleifen. Die Röhren werden mit Siegellack an den Objectträger der Länge nach angekittet und dann durch die halbovalen Ausschnitte der Zellwände hindurch in die Kammer geführt und die Ausschnitte soweit sie die Röhren nicht ausfüllen — fest mit Siegellack verkittet.

Fig. 114 zeigt in o_1—o_2 den Objectträger, in *abc* die ovale, mit der Feile

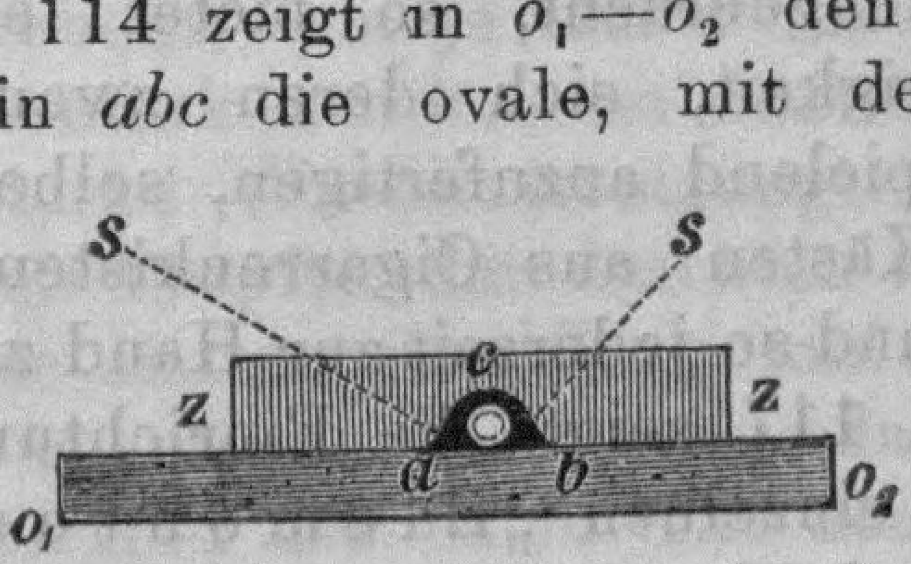


Fig. 114.

auszuschleifende Ausbuchtung der auf den Objectträger aufgekitteteten Glasleiste der Glaszelle *z*—*z*, *o* ist das Röhrchen und bei *s*—*s* ist die Siegellackmasse, die zur Verkittung dient, in schwarzem Tone angedeutet. Wer die Figur 112 gut studirt hat, wird in der Lage sein, sich die Gaskammer selbst herzustellen. Ich bemerke nur, dass sich als Zuleitungsröhrchen am besten Glasröhrchen von 3 mm Dicke empfehlen, weshalb auch die Glasplatten, aus denen die 4 die Glaszelle bildenden Glasleisten geschnitten werden, gut 4 mm dick sein müssen. Der Glasblock kann entweder ganz wegfallen oder man macht ihn 3 mm dick und um 2 mm kleiner im Quadrate, als die Glaszelle, damit er die Röhrchen, welche man am besten an der Flamme konisch zuspitzt — nicht hindert.

Fig. 115 zeigt halbschematisch und zweimal vergrössert die ganze Anordnung einer selbstangefertigten Gaskammer. o_1 bis o_2 zeigt den Objectträger; auf diesem sind die Zellwände *g*—*g* (aus Glassplatten geschnitten) mittelst Siegellack (bei der Gaskammer empfiehlt es sich, statt des Canadabalsams Siegellack feinster Qualitat als Kitt für die 4 Zellwände und die Röhren zu benützen). aufgekittet. In deren Höhlungen sind die Zuleitungsröhren z_1 u. z_2 ebenfalls mittelst Siegellack luftdicht eingekittet. Wünscht man zur Abflachung des Beobachtungstropfens *t*, welcher vom Deckglase d_1 und d_2 herabhängt, einen Glasblock anzubringen, so zeigt Fig. 116 bei *b* diesen Glasblock, der auf dem Objectträger o_1 und o_2 mittelst Canadabalsam (wegen der Durchsichtigkeit) angebracht werden muss.

2. Der elektrische Objectträger.

Um auf lebende Objecte den elektrischen Strom einwirken zu lassen, hat man die verschiedensten Apparate construirt. Die Fortschritte der Elektrotechnik müssen aber die Behelfe H a r t i n g's und Anderer unbequem und veraltet erscheinen lassen.

Ich habe mir einen solchen elektrischen Objectträger selbst angefertigt, der auch zu e l e k t r o l y t i s c h e n Arbeiten unter dem Mikroskope benützt werden kann. Ueber dessen letztere Verwendung behalte ich mir vor, in einer wissenschaftlichen Versammlung zu sprechen und bin daher, abgesehen davon,

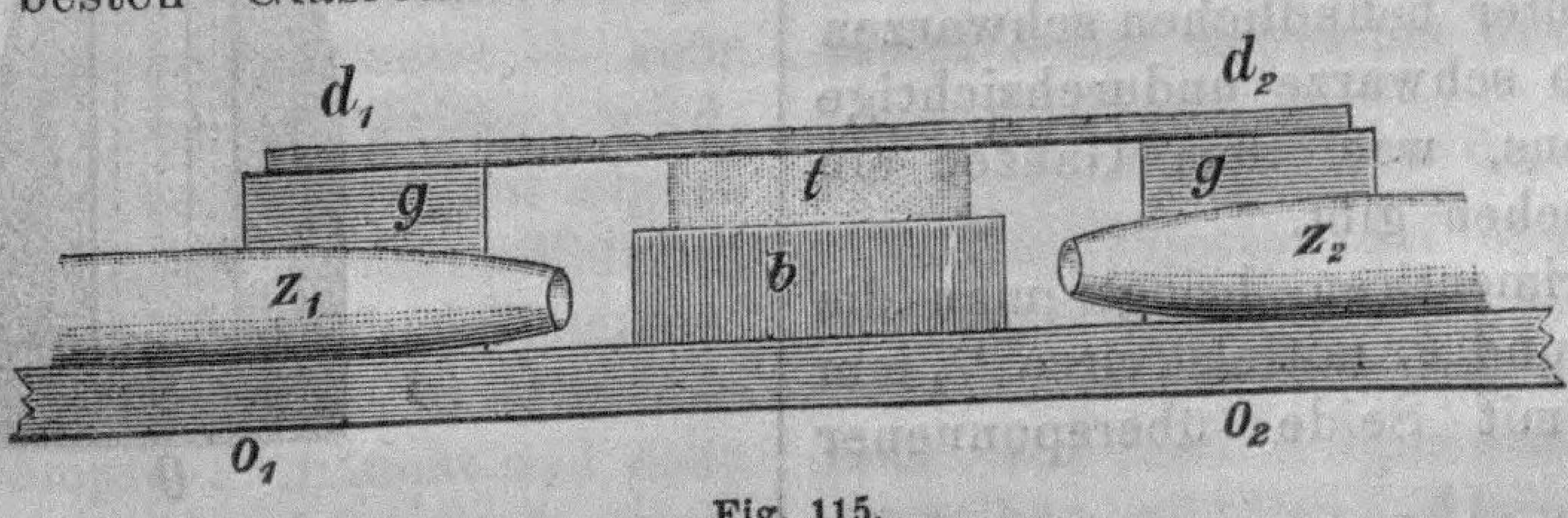


Fig. 115.

dass hier das lebende Object in Rede steht, nicht in der Lage, hier auch auf die letztere Verwendung dieses Instrumentchens, welches in nicht zu langer Zeit für billiges Geld bei der rühmlich bekannten Firma Lenoir & Forster, Wien, Waaggasse Nr. 5*) zu haben sein dürfte, näher einzugehen.

Die Fig. 116 zeigt den Apparat in ein halb natürlicher Grösse. Auf einem Objectträger *a b c d* ist auf die bei Be-

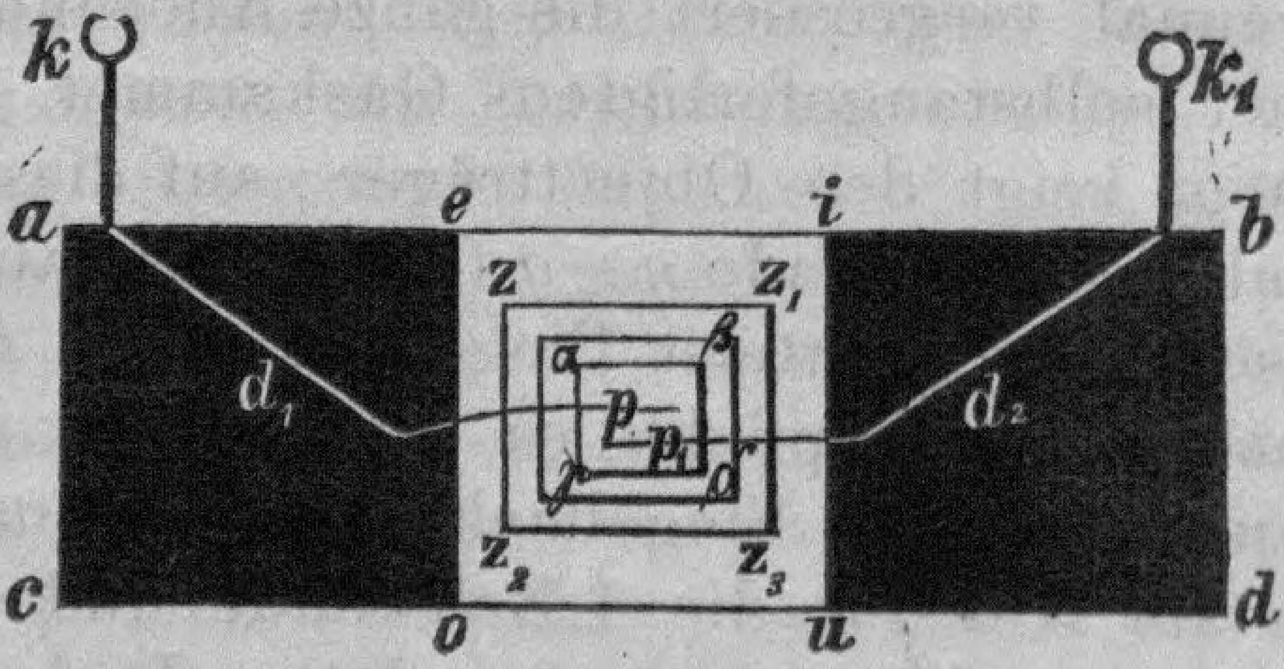


Fig. 116.

sprechung der Fig. 111 erläuterte Art und Weise eine viereckige Glaszelle $Z Z_1 Z_2 Z_3$ angebracht, mit dem Glasblocke $\alpha \beta \gamma \delta$. Unter den Leisten $Z—Z_2$ und $Z_1—Z_3$ ist je ein sehr dünner (haarfeiner) Platindraht p resp. p_1 in die Kammer eingeführt und derart gebogen, dass dessen Pole p und p_1 auf dem Glasblocke $\alpha \beta \gamma \delta$ flach aufliegen und in einer Entfernung von circa 3—4 mm parallel einander gegenüberstehen. Die anderen Enden der Platindrähte sind um die flachgeschlagenen Kupferdrähte d_1 und d_2 umgewickelt, verlöthet und so gebogen, dass deren Enden über den Rand des Objectträgers hervorragen. An den Enden sind die kleinen Polklemmen k und k_1 angebracht. Um das Ganze mehr zu schützen und zu isoliren, sind über den Drähten d_1 und d_2 die in der Figur schwarzen Glasplatten *a e c o* und *i b* und *d* mittelst heissen schwarzen Siegellacks aufgekittet, so dass natürlich nicht wie in der halbschematischen Fig. 116 die Drähte d_1 und d_2 von oben sichtbar sind, vielmehr sehen die Platten *a e c o* und *i b u d* in Folge des darunter befindlichen schwarzen Siegellacks wie schwarze undurchsichtige Ebonittafeln aus, was dem Ganzen ein elegantes Aussehen gibt.

Zum Experimentiren bringt man die Polklemmen k und k_1 mittelst circa $^1/_2$ mm starker, gut mit Seide übersponnener Kupferdrähte mit der Elektricitätsquelle (sei es eine kleine galvanische Batterie, sei es ein Inductionsapparat) derart in Verbindung, dass man einen Umschalter zur Hand hat. Ich erwähne nur noch, dass die Batterie keine Dämpfe aushauchen soll, um das Mikroskop zu schonen. Die neuen Trockenelemente von Dr. Vogt oder jene von Dr. Gassner oder Siemens & Halske genügen diesen Anforderungen am besten. Will man aber constante Ströme (keine Inductionsströme) anwenden, so stört die bei einigermassen grösseren und zahlreichen Elementen heftig auftretende Elektrolyse (Glasblasen an den Polen) die Beobachtung der physiologischen Vorgänge sehr. Man wird sich also für diese Zwecke eine Batterie selbst construiren müssen, welche eine kaum merkliche chemische, aber durch die Anzahl ihrer Elemente eine bedeutende physiologische Wirkung hat und dabei keine Dämpfe aushaucht. Dies gelingt ganz leicht, wenn man aus Opodeldocgläschen, Kupfer und Zinkstreifen von 2 mm Breite und Pergamentpapier sich eine kleine „Carrésäule" verfertigt. Die einzelnen Elemente dieser Säule sind einander natürlich gleich und hat man einmal eines zusammengebracht, so bietet es keine Schwierigkeit, sich deren zwanzig und mehr spielend anzufertigen, selbe in passende Kästen aus Cigarrenkistenholz zu setzen und so jederzeit zur Hand zu haben.

Fig. 117 zeigt die Einrichtung eines solchen einzelnen „Elementes". *O* ist das Opodeldocgläschen; in diesem steckt der Korkstöpsel *s*. Durch diesen geht der steifgeklopfte 1 mm starke, durch das Schlagen mit dem Hammer circa 2 mm

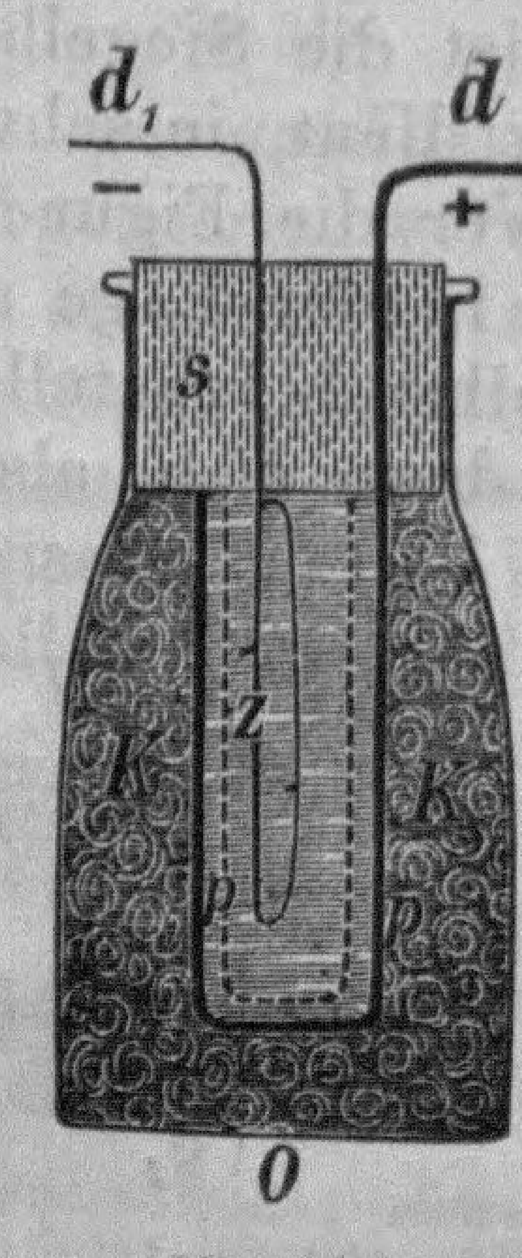


Fig. 117.

*) Filiale: IX. Bezirk, Garnisonsgasse Nr. 7.

breit gewordene Kupferdraht *d*, welcher im Glase u-förmig gebogen ist. In dieser u-Biegung liegt ein aus Pergamentpapier durch Falzen hergestelltes circa 2 mm breites Säckchen (in der Figur 117 gestrichelt dargestellt), welches das Diaphragma bildet. In diesem Säckchen hängt an dem durch den Kork gesteckten Drahte d_1 der 2 mm starke und ebenso breite Zinkblechstreifen *z*, welcher mit dem Drahte d_1 durch Löthung verbunden ist, wobei man gut thut, die Löthstelle mit Asphalt zu überziehen. (Auch Asphaltlack genügt.) In das Pergamentpapier-Diaphragma, dessen Falze man mit frischbereitetem Glaserkitt gut verstreicht, kommt reines Brunnenwasser, — in das Opodeldocgläschen kommen recht klein zerklopfte Kupfersulfatcrystalle *K*, worüber man ebenfalls Wasser bis 1 cm unter den Kork giesst. Verbindet man die Pole *d* und d_1 (*d* ist ausserhalb der Flüssigkeit der positive, d_2 der negative Pol) miteinander, so circulirt ein schwacher Strom; das Kupfersulphat wird zersetzt, die Schwefelsäure wird frei u. s. w. wie dies in jedem Lehrbuch der Physik beim Danielelement nachgelesen werden kann. Verbindet man 25—30 solcher „Elemente", die man aber dann blos zur Hälfte zu füllen braucht, um ja sicher den Strom nicht so stark werden zu lassen, dass er zu starke Wasserzersetzung in dem hängenden Tropfen der feuchten Kammer veranlasse und dabei an Zink- und Kupfersulphat zu sparen — derart, dass man den Kupferpol des einen mit dem Zinkpol des anderen verbindet, bis schliesslich ein Zink- und ein Kupferpol als Endpole erübrigen, so wird man, wenn man den einen Poldraht mit der mit Salzwasser befeuchteten linken Hand anfasst und mit der behandschuhten und dadurch isolirten rechten Hand an eine empfindliche, vorher befeuchtete Körperstelle (z. B. die Schläfe) führt, schon an sich eine ziemlich bedeutende physiologische Wirkung spüren, während die Batterie, mit einem Wasserzersetzungs-Apparate in Verbindung gesetzt — sehr schwache Wirkungen aufweisen wird, sich also zu unseren Zwecken gut eignet und dies umsomehr, als zu deren Füllung keine freie Säuren in Verwendung kommen, die Batterie keine die Instrumente schädigenden Dämpfe aushaucht und acht Stunden lang constant wirkt, auch wenn sie in einem fort thätig ist. Sollten sich die Pergamentsäckchen verschlemmen, d. h. mit Zinkschlamm füllen, so ist es bei der leichten Herstellbarkeit derselben am Besten — das verschlemmte oder sonst schadhaft gewordene wegzuwerfen und ein neues an dessen Stelle zu setzen.

An Räderthieren, Infusorien, ja sogar an Pflanzenzellen und Bacterien lassen sich, falls man sich noch einen etwa mit 2 Siemens-Halske'schen Trockenelementen, Type 2, armirten Schlitten-Inductions-Apparat anschafft — sehr interessante electrophysiologische Versuche anstellen, bei denen man einmal die Wirkungen sogenannter primärer (constanter) Ströme, mittelst der selbstangefertigten Batterie, ein andermal jene der intermittirenden (faradischen oder inducirten) Ströme beobachtet. Man sieht dabei stets bei offenem Stromkreise in das mit dem elektrischen Objectträger versehene Mikroskop und orientirt sich über die Vorgänge in der Nähe eines oder des anderen Poles in dem hängenden Tropfen. Dann lässt man, indem man mittelst des Umschalters den Strom — noch fortwährend in das Instrument blickend — schliesst, die Electricität wirken und vergleicht das Verhalten der Zellen, Infusorien, Bacterien etc. mit jenem, welches sie zeigten, als der Strom noch nicht durchging. Hat man z. B. Paramaecien im Gesichtsfelde, so zeigen dieselben beim Eintritt eines schwachen constanten Stromes lebhaftere Bewegung, dann Involutions-Erscheinungen und endlich Auflösung; bei faradischen oder starken constanten Strömen werden sie — wie vom Blitze getroffen, plötzlich in der Bewegung gehemmt, sowie man den Umschalter schliesst und man kann dann einen Moment lang die sonst in Flimmerbewegung begriffenen und daher schwer sichtbaren Flimmerhaare wahrnehmen. Näher auf diese und andere elektrische Versuche unter dem Mikroskope einzugehen, verbietet leider der Raum dieses Leitfadens.

3. Der heizbare Objecttisch.

Um Objecte auf dem Objecttische des Mikroscopes der Einwirkung der Wärme auszusetzen, hat man früher einfach ein kleines Spirituslämpchen unter denselben gehalten. Abgesehen von dem

barbarischen Vandalismus, den ein solches Verfahren gegenüber den modernen, wahre Kunstwerke der Mechanik repräsentirenden Mikroskopstativen bedeuten würde, wird der Zweck, die Objecte auf dem Tische während der Beobachtung einer constanten Temperatur auszusetzen — nicht erreicht.

Auch der heizbare Objecttisch von Schulze, welcher aus einer durch an der Unterseite angebrachte Leisten aus Holz oder sonst einem schlechten Wärmeleiter vom Objecttisch des Mikroskopes isolirten, hufeisenförmigen Metallplatte mit Lichtöffnung in der Mitte und um diese angebrachten Thermometer besteht, welche durch zwei an den beiden Schenkeln des Hufeisens angebrachte Spirituslampen erwärmt wird und auf den der Objecträger mit dem zu beobachtenden Objecte über die Lichtöffnung gelegt wird, leidet zum Theile an vorgedachtem Fehler und auch daran, dass das Thermometer nicht jene Temperatur zeigt, welche das Object selbst hat, sondern eine etwas höhere.

Man hat deshalb neuerer Zeit versucht, einestheils um eine constante Temperatur zu erhalten und andererseits um das Object selbst einer genau messbaren Temperatur auszusetzen, Objecttische zu construiren, bei welchen nicht das Metall direct, sondern mit Hilfe von Wasser, welches in kleinen Kesselchen erwärmt wird, also mittelst einer Art Warmwasserheizung, die Objecte erhitzt werden.

Wir wollen hier nur vier der neuesten auch dem minder günstig situirten Mikroskopiker zugängliche heizbare Objecttische, welche durch Reichert, Ebeling, Merker und auch indirect durch Herrn Siebert in Wien bezogen werden können, anführen und von den neuesten, auf dem Principe der calorimotorischen Wirkung starker elektrischer Ströme beruhenden Instrumente, welche blos bei gut dotirten hauptstädtischen Instituten in Betracht kommen dürften, absehen.

Fig. 118 zeigt uns halbschematisch den Objecttisch des berühmten Histo-Pathologen Ranvier; er besteht aus einem blechernen Kasten, in dessen innere Höhlung O—O_1 seitlich das Präparat P eingeschoben wird. Das Licht fällt durch O_1, geht durch das Präparat P hindurch und gelangt dann in den Tubus, welcher in die trichterförmige Oeffnung bei O eingesenkt und dem Objecte beliebig genähert werden kann. Die Heizung geschieht durch heisses Wasser, welches durch die mittelst Schläuchen mit einem Kesselchen verbundene Röhre R eintritt, durch die Scheidewand s gezwungen wird um den Lichtdurchlass herumzugehen und dann durch R_1 abströmt. Das Thermometer T lässt die Temperatur ablesen. Da das Object hier vom Heizwasser sozusagen umgeben ist, so hat es stets fast dieselbe Temperatur, die das Thermometer anzeigt.

Der Uebelstand, dass das Object nicht am Mikroskop-Tische, also bei der Beleuchtungsvorrichtung bleiben kann, wenn Ranvier's Tisch angewendet wird — hat Israël bewogen, eine Art Blechdose, durch welche heisses Wasser circulirt, auf das auf dem Objecttische liegende Object zu legen.

Hat der Tisch, wie jetzt so häufig, eine Hartgummiplatte, so lässt sich das Object d mit der Dose leicht erwärmen; bei Metallplatten-Tischen dürfte dies schwerer gehen, da dann das ganze Instrument Wärme absorbirt. Fig. 120 zeigt die Israël'sche Dose von Oben, d. h. von der Seite, wo sich die Trichteröffnung L für das Objectiv befindet. D ist die Dose, in welche durch M Wasser in heissem Zustande ein-, durch die Scheidewand s genöthigt um L herum- und dann beim Thermometer T, das in ein Glasrohr G eingelegt ist, welches Glasrohr wieder bei t in einem Tubulus der Dose mit Minium eingekittet ist, vorbei durch eben dieses Glasrohr abgeleitet wird.

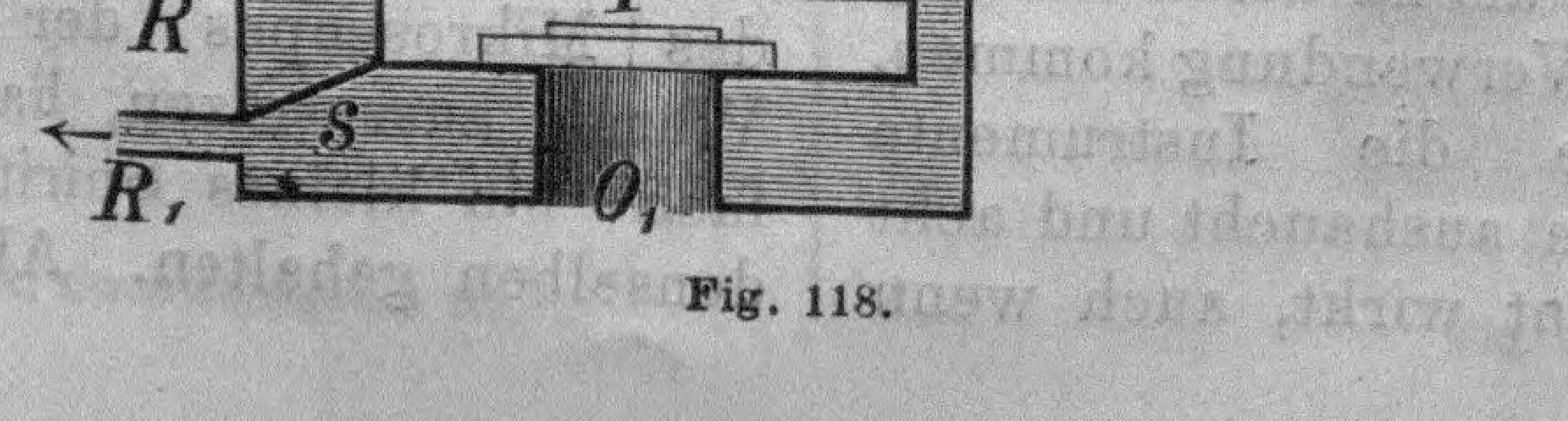


Fig. 118.



Fig. 119.

Sowohl bei dem heizbaren Tisch, Fig 118, als Fig. 119 ist es zur Verminderung der Wärmeabgabe an den in die Trichteröffnungen eingesenkten Tubus zu empfehlen, das Objectiv mit Watte zu umwickeln. Beide gedachten Vorrichtungen hindern jedoch die freie Manipulation mit dem Objecte — die Ranvier'sche dadurch, dass das Präparat in den Tisch hinein, die Israël-sche dadurch, dass die Dose auf das Object gelegt wird. Diesem Uebelstande ist abgeholfen im Objecttische Löwit's Fig. 120.

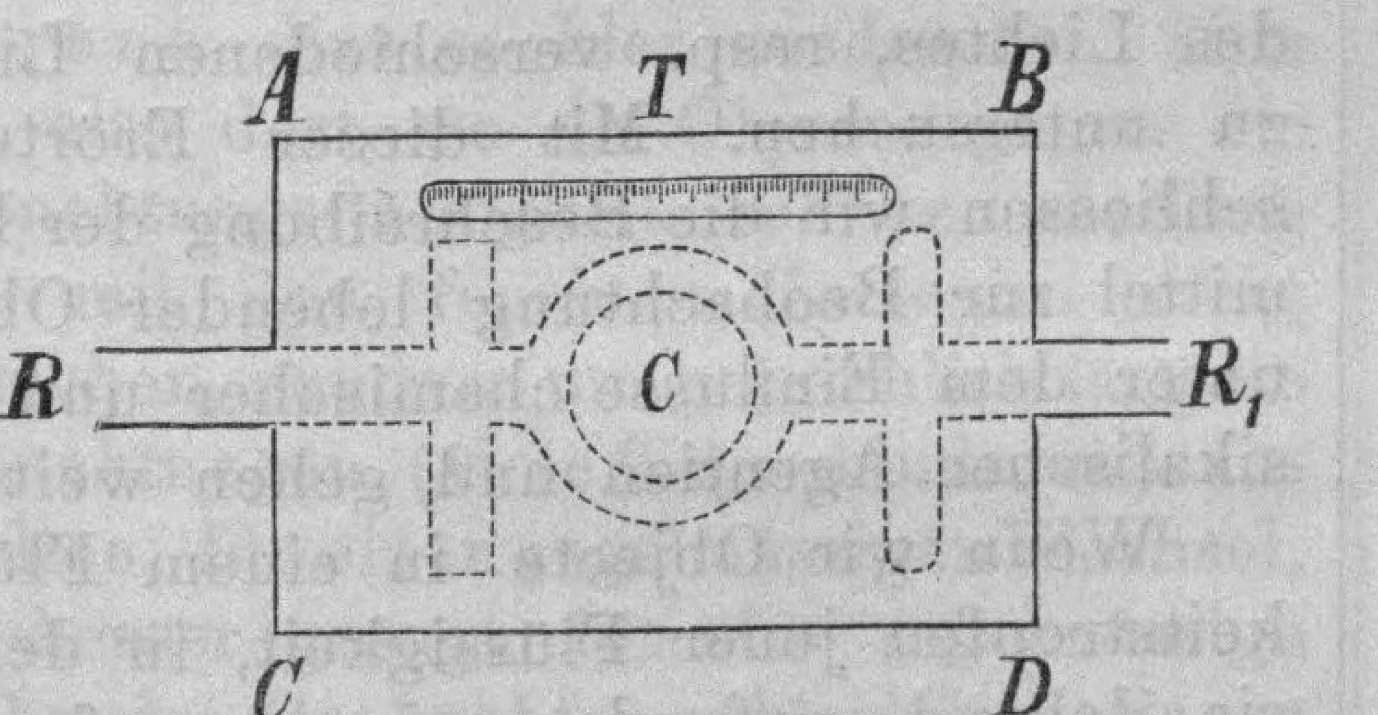


Fig. 120.

Hier strömt das Wasser durch die Röhren R und R_1 durch ein in dem flachen Tische eingedrehtes Canalsystem (in der Zeichnung punctirt) um die Lichtöffnung C herum. Auf den Tisch kommt das Object, in die Oeffnung C kann ein Condensor eingesetzt werden, um die Anwendung stärkster Systeme zu gestatten. Das in den Tisch eingelassene Thermometer T zeigt die Temperatur an, welche in dem Tische $ABCD$ herrscht.

Raschen Temperaturwechsel gestattet der in Fig. 121 abgebildete Objecttisch nach Flesch. Durch die Gabel a' a tritt heisses Wasser in den Tisch und fliesst, durch den verstellbaren Quetschhahn c (vgl. Fig. 114) tropfenweise durch b c und b_1 ab, wenn c nur wenig aufgeschraubt ist; d ist durch einen Federquetschhahn geschlossen. Soll nun das Object plötzlich abgekühlt werden, so verbindet man a_2 mit einem hochgelegenen Gefässe, in dem sich Wasser und Eis befindet, durch einen Schlauch, öffnet d, wodurch das warme Wasser aus dem Tische rasch abfliesst, lässt sich d wieder schliessen und nunmehr geht das kalte Wasser tropfenweise durch c ab. Es versteht sich von selbst, dass auch in diesem Objecttische bei c ein Condensorsystem passend (etwa einschraubbar) angebracht werden kann. Damit haben wir die Vorrichtungen zur Beobachtung lebender Objecte unter Einwirkung chemi-

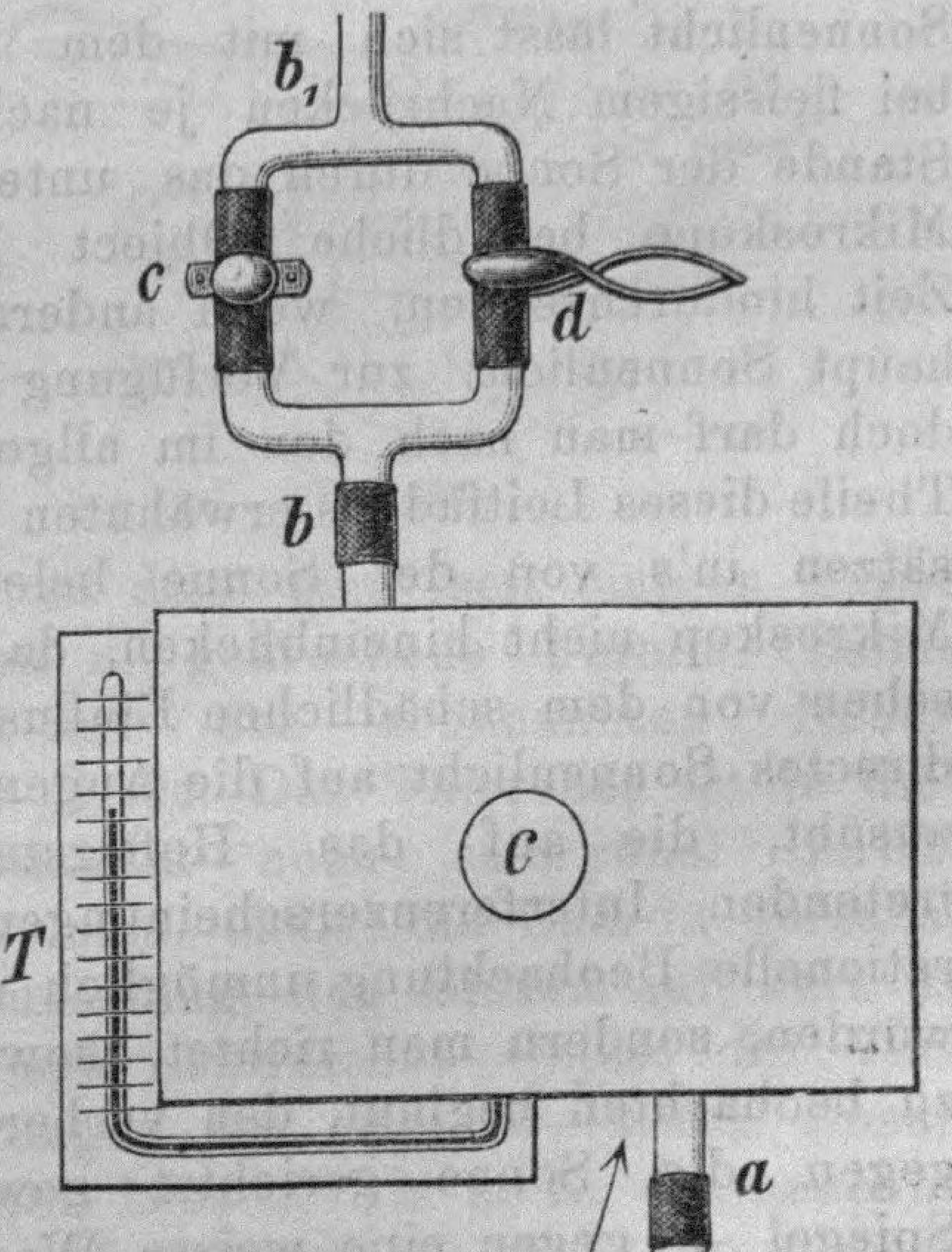


Fig. 121.

scher und physikalischer Agentien besprochen und können nun weiter gehen.

Einfluss des Lichtes. — Beobachtungs- und Nährflüssigkeiten für lebende Objecte im Allgemeinen und für Bacterien insbesondere. — Einiges über die Cultur der letzteren.

Wir haben im Vorigen die Instrumente und Apparate betrachtet, mittelst deren es möglich ist, lebende Objecte in ihren biologischen Functionen unter dem Mikroskope zu beobachten und sie chemischen und physikalischen Agentien auszusetzen. Wir haben dabei das Agens „Licht" übergangen, da ja das Mikroskop mit seinem Blend- und Spiegelapparate ohnedies die vielfach modificirbare Anwendung dieses Agens nicht nur gestattet, sondern geradezu voraussetzt. Ein Einwirkenlassen von Licht auf lebende Organismen (grüne, chlorophyllhältige Süsswasseralgen), also einen photophysiologischen Versuch haben wir in dem Engelmann'schen Versuche kennen gelernt, und wahrlich, unsere modernen Mikroskope mit ihren starken Beleuchtungsvorrichtungen bedürfen keiner weiteren Veranstaltungen, als wir sie bei diesem Versuche angewendet haben! Auch directes Sonnenlicht lässt sich mit dem Spiegel bei fleissigem Nachrücken je nach dem Stande der Sonne durch das unter dem Mikroskope befindliche Object längere Zeit hindurchsenden, wenn anders überhaupt Sonnenlicht zur Verfügung steht; doch darf man nach den im allgemeinen Theile dieses Leitfadens erwähnten Grundsätzen in's von der Sonne beleuchtete Mikroskop nicht hineinblicken, da, abgesehen von dem schädlichen Einflusse, den directes Sonnenlicht auf die Augennerven ausübt, die auf das Heftigste auftretenden Interferenzerscheinungen jede rationelle Beobachtung unmöglich machen würden, sondern man richtet, sowie man zu beobachten beginnt, den vorher direct gegen die Sonne gerichtet gewesenen Spiegel — gegen eine weisse Wand, ein weisses, sonnenbeschienenes Rouleau und dergleichen.

Will man Beobachtungen über den Einfluss monochromatischen, also z. B. rothen, blauen, grünen Lichtes auf die zu untersuchenden lebenden Objecte (z. B. Pflänzchen) anstellen und man hat kein Mikroskopstativ mit Substage-Apparat*) (siehe allgemeiner Theil) zur Verfügung, bei welchem man einfach die Glasplatten von den gewünschten Farben in den Blendenträger des Substage einsetzt, zu welchem Zwecke man sich selbe vom Glaser passend zuschneiden lässt oder bei einiger Dexterität selbst zuschneidet und zufeilt, — so hilft man sich damit, dass man entweder ein Stückchen des Farbglases unter die Blendöffnung des Objecttisches mit etwas Terpentinwachs anklebt oder einfach ein passend geschnittenes Stück färbigen Glases auf den Objecttisch bringt und das Object auf dem Objectträger, resp. in der feuchten Kammer über dieser färbigen Platte auf den Objecttisch auflegt.

Mit diesen Hilfsmitteln dürfte man auch bei subtileren Beobachtungen lebender Organismen ausreichen, wo es sich darum handelt, selbe unter dem Einflusse des Lichtes, resp. verschiedenen Lichtes zu untersuchen. Mit dieser Erörterung schliessen wir die Beschreibung der Hilfsmittel zur Beobachtung lebender Objecte unter dem Einflusse chemischer und physikalischer Agentien nnd gehen weiter.

Wenn wir Objecte in einem Flüssigkeitstropfen jener Flüssigkeit, in der wir sie lebend gefunden, in der feuchten Kammer unter dem Mikroskope längere Zeit beobachten, werden wir nach längerer oder kürzerer Zeit die Wahrnehmung machen, dass dieselben Involutions-Erscheinungen zeigen, d. h. eigenthümliche, krankhafte Formen anzunehmen beginnen und schliesslich absterben, auch wenn wir den Tropfen durch gutes Verkitten der Deckglas- und Zellränder mit Vaselin, Unschlitt u. dgl. hermetisch abgeschlossen und vor Verdunstung geschützt haben. Schon Hartwig hat darauf hingewiesen, dass diese Erscheinungen davon herrühren, dass die kleinsten Organismen, namentlich solche, die im Wasser leben, die Sauerstoffmengen im Tropfen verbrauchen und dann an Erstickung zu Grunde gehen; ja, Hartwig führt diese Involutions-Erscheinungen oft absichtlich herbei, um z. B. raschbewegliche Infusorien in ihrer Asphyxie, in welcher sich ihre Bewegung

*) Solche Stative fertigen jetzt nicht nur wie einst ausländische Firmen an, sondern man kann solche auch in verschiedenen Grössen und Preislagen von Ebeling, Reichert und Merker in Wien beziehen.

mässigt, gemächlich betrachten zu können. Durch Zuführung von Luft in der Gaskammer liesse sich diesem Uebelstande allerdings abhelfen, aber selbst hier sieht man alsbald Involutions - Erscheinungen, namentlich bei etwas höher organisirten Wesen, auftreten, und dies hat dann seinen Grund in der Verdunstung der Beobachtungsflüssigkeit. Wenn wir dann auch diese irgendwie, etwa durch Zutropfen von demselben Wasser, aus welchem das Beobachtungsmateriale stammt, ersetzen, so treten doch noch oft Involutions-Erscheinungen auf und diese unerwünschten Uebelstände haben darin ihre Ursache, „dass das Object allmälig in eine ganz andere Flüssigkeit gelangt, da ja die mineralischen Bestandtheile des Wassers nicht mitverdunsten, das Wasser unter dem Deckglase also an diesen fortwährend reicher wird" — wie Behrens dies so klar ausdrückt. Man wird also dort, wo die Objecte gegen die Beobachtungsflüssigkeit sehr empfindlich sind, mit den feuchten Kammern nicht ausreichen, sondern um gemächlich längere Beobachtungen (viele Tage hindurch) anzustellen, für einen regelmässigen Wechsel, oder besser gesagt, für eine regelmässige Zufuhr der Beobachtungsflüssigkeit Sorge zu tragen haben. Die Technik des modernen Mikroskopes gibt uns auch hier zahlreiche Hilfsmittel an. Einen sehr compendiösen Behelf für diese Zufuhr hat Af. Klercker angegeben.

Er wählte als das Wasser liefernden Behälter ein des Staubes wegen mit einer Glasplatte bedecktes Becherglas, welches neben dem Mikroscope steht und recht hoch sein kann. Ein als Heber gekrümmtes Glasrohr taucht in dieses hohe Becherglas. Durch das Glasrohr zieht Professor Klercker einen Streifen Filterpapier, ich aber habe lockeren Baumwolldocht, wie er für die gewöhnlichen Glasspiritus-Lampen in den Laboratorien dient — zweckmässiger gefunden. Dieser Docht hängt aus dem Glasrohr auf die linke Seite des Objecttisches herab, auf welchem das zu beobachtende Präparat liegt und berührt einen Leinwandstreifen, der unter das Deckglas bis an's Präparat, respective das lebende Object reicht. Dieses liegt zwischen zwei seitlichen Deckglasstreifen, oder wenn es dicker ist, zwischen zwei aus Objectträgern geschnittenen Glasleisten, welche es paralell mit der langen Seite des Objectträgers — umgeben. Ein zweiter Leinwandstreifen, der in ein tieferstehendes kleines Becherglas taucht — besorgt den Abfluss des aus dem höheren Becherglase zugeführten Wassers. Das Object ist mit einem recht grossen Deckglase bedeckt und das Ganze durch Gummiringe verbunden. Um Alles besser verschieben zu können, woran die Gummiringe uns hindern könnten, legt man die ganze Vorrichtung auf einen Glasstreifen, der etwas grösser sein muss, als der Objectträger. Dieser Glasstreifen wird nun direct auf dem Objecttische verschoben und mit ihm die Professor Klercker'sche Vorrichtung.

Ich habe aber gefunden, dass diese Vorrichtung, so sinnreich selbe sich für gewisse kleine, in wechselndem Wasser zu beobachtende, keine Concentrirung des Wassers, also keine grössere Härte desselben vertragende Objecte eignet, doch bei gewissen lebenden Objecten, die für uns ein Interesse haben, versagt. Fig. 122 deutet ein solches Object

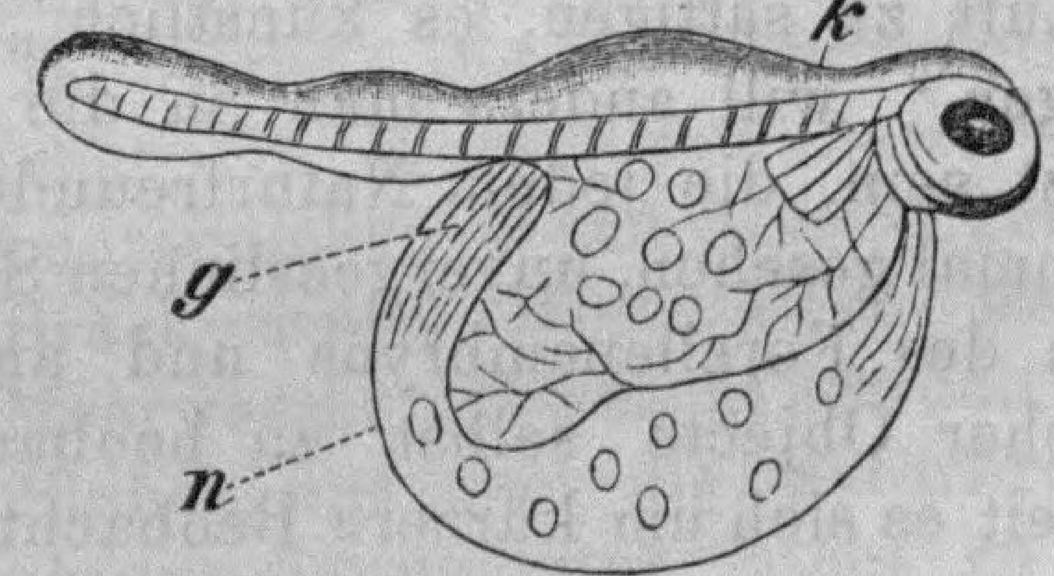


Fig. 122.

an. Es ist dies eine seit einigen Tagen aus dem Ei gekrochene Forelle (Salmo Fario) mit der sogenannten Nabel-(Dotter-)Blase. Das Thierchen ist in diesem Stadium noch embryonal durchsichtig, man sieht die Chorda dorsalis, den Herzschlag, den Blutumlauf, kurz es ist ein sehr lehrreiches Object für Vergrösserungen von circa 10—20mal linear mit guten Linsen, wie z. B. das neuconstruirte Merker'sche System 1, das altbewährte Reichert'sche 1a und das Ebeling'sche neuconstruirte System gleicher Nummer mit den schwächsten Ocularen dieser vaterländischen Firmen solche ergeben. Diese embryonalen Fischchen haben aber auch den Vorzug, dass sie ruhig liegen bleiben und tagelang von

Aussen keine Nahrung brauchen, da sie ähnlich, wie alle Embryonen, an dem Nährstoffe der Nabelblase, mit der sie aus den Eiern (dem Forellenlaiche) entstehen, zehren und erst, wenn dieser Nährstoff aufgezehrt ist, ein selbstständiges Aufsuchen der Nahrung beginnen. Aber gegen die Beobachtungsflüssigkeit sind sie sehr empfindlich und gehen selbst in Behältern, die reichlichen Wechsel von Quellwasser haben, rasch an Sauerstoffmangel zu Grunde.

Dies ist nur so zu erklären, dass das Quellwasser meist zu stark kohlensäurehältig und zu wenig sauerstoffhältig ist. Erst wenn das Quellwasser zu einem Bache. zu einem Flusse oder zu einem Gebirgssee sich ausgebreitet hat, hat es durch die vergrösserte Oberfläche, die es der Atmosphäre darbietet, so viel Luft aufgenommen, dass Fischbrut in demselben leben kann; dies werden mir gewiss alle Fischzüchter bestätigen. Da man aber auf dem Objecttisch nicht immer freifliessendes Bachwasser zur Disposition haben kann, so muss man trachten, das gewöhnliche Hochquellen- oder gar das diesfalls viel schlechtere Brunnenwasser mit Luft zu sättigen, es künstlich „abzuschlagen,“ will anders man in die Lage gesetzt sein, die jedem Naturfreunde, der sie einmal gesehen, unvergesslichen Schönheiten des Forellenembryos und anderer ähnlicher Objecte selbst zu beobachten. Handelt es sich um kürzere Beobachtungszeiten, so kann man sich damit helfen, dass man Wasser in einer sehr grossen Flasche heftig schüttelt und dann im Af. Klercker'schen Apparate derart durchströmen lässt, dass in 12 Stunden mindestens ein Liter Wasser durchläuft, während bei anderen im Af. Klerckerschen Apparate zu beobachtenden lebenden Objecten, wie z. B. gewissen, gegen Concentration der Salze sehr empfindlichen Wasserpflänzchen oder Eiern von Flussmuscheln eine Geschwindigkeit von 50 ccm in 24 Stunden ausreichend ist.

Hat man aber dagegen die Absicht, einen Forellenembryo längere Zeit zu beobachten, um nicht blos die normalen Lebensvorgänge, wie Herzschlag, Blutlauf, Athmung u. s. w., sondern auch das im embryonalen Stadium sichtlich rasch vor sich gehende Wachsthum zu beobachten, will man also sehen, wie das mit dem Darmepithel zusammenhängende Ectoderm ermöglicht, dass der Inhalt der Nabelblase in den Darm übertreten und dort verdaut werden kann, was es eben erklärt, dass der Embryo, ohne auf Nahrung auszugehen oder geatzt zu werden, so lange Zeit an der Nabelblase zehrend von dem Dottergehalt der letzteren leben kann, will man weiters wahrnehmen, wie dabei der Inhalt der Nabelblase um so rascher verbraucht wird, je schneller das Wachsthum vor sich geht und wie mit dem letzterem das Blutgefässnetz (Fig. 121 *g*) die Nabelblase (Fig. 122 *n*) immer mehr überspinnt, bis diese schliesslich verschwindet, dann muss man noch für einen viel rascheren Wechsel lufthaltigen Wassers sorgen. Als Verfasser dieses in den Jahren 1885 und 1886 Leiter des Laboratoriums der von einigen Naturfreunden im ersten Wiener mikroskopischen Institute, I., Kohlmarkt 18 und I., Reichsrathsstrasse 13 für das grosse Publicum veranstalteten mikroskopischen Ausstellung war, da trat an ihn die Aufgabe heran, Forellen-Embryonen unter dem Mikroskope für das die Ausstellung besuchende Publicum auf dem Objecttische tagelang lebend zu erhalten. Die Embryonen besorgte der bekannte Fischhändler und Aquarium-Erzeuger Bongar (im Bankbazar) und es galt nun, dieselben beobachtungsfähig zu machen. Im mikroskopischen Institute stand aber nur die Hochquellenleitung zur Disposition und da bei dieser das Wasser in geschlossenen Röhren (auch die Aquäducte sind ja solche) geleitet wird, ist es (für Trinker Gott sei Dank!) mehr kohlensäure- als sauerstoffhältig. Es wäre auch ein sogenanntes „abgeschlagenes“ Wasser den Einwohnern Wiens gewiss nicht erwünscht. Der Verfasser dieses half sich nun folgendermassen: Er legte den auf dem montirten Uhrglase (Fig. 104) befindlichen Forellenembryo, welches jedoch beim Aufkitten etwas nach vorne geneigt worden war, unter das Mikroskop, liess aus dem Bassin des Springbrunnens des Institutes geschöpftes Quellenwasser, welches durch das Ausbreiten in dem meterbreiten, flachen Bassin gewiss stark lufthältig geworden war, aus einem höheren Gefässe tropfenweise auf die Kiemenanlage (Fig. 122 *k*) des Embryos auf-

fallen und auf der übergeneigten Seite des Uhrschälchens mit Hilfe einer aus Neusilberblech selbst hergestellten Rinne abfliessen und die Aufgabe war gelöst.

Fig. 123 zeigt diese Anlage halbschematisch. O—O ist der bei l durchbrochene Objecttisch, o der Objectträger mit den etwas übergeneigt aufgekitteten Uhrschälchen u, E der darin liegende, lebende Forellenembryo, r die ganz flache, aus dünnstem Neusilberblech selbst hergestellte Rinne, welche man, um ihr mehr Stabilität zu geben, an der Unterseite mit Klebwachs am Objecttische befestigt. B ist ein Becherglas, in welches das Ueberfallwasser abläuft. Das Glasrohr g, welches durch den Kautschukschlauch k mit einem höheren Gefässe passend, etwa durch Heberwirkung Wasser empfängt und durch den Draht d in passender Lage über der Kiemenanlage des Embryo festgehalten wird, lässt durch die ausgezogene Oeffnung bei u Wasser tropfenweise austreten; die Tropfen bespülen die Kiemenanlage des Embryo und geben ihren beim Tropfen durch Absorption vermehrten Sauerstoff an das Thierchen ab. Bei u_1 fällt das Wasser aus dem geneigten Uhrgläschen in die Rinne r bei t ab und in das untergestellte Becherglas B. Da das Objectiv bei dieser Anordnung über E zu stehen kommt und zwischen r und o unter dem Rande u_1 des Uhrgläschens genügend Spielraum zum Verschieben des Objectes bleibt, so kann man nach Belieben interessante Theile des Embryos unter das Objectivsystem in's Gesichtsfeld bringen und tagelang beobachten.

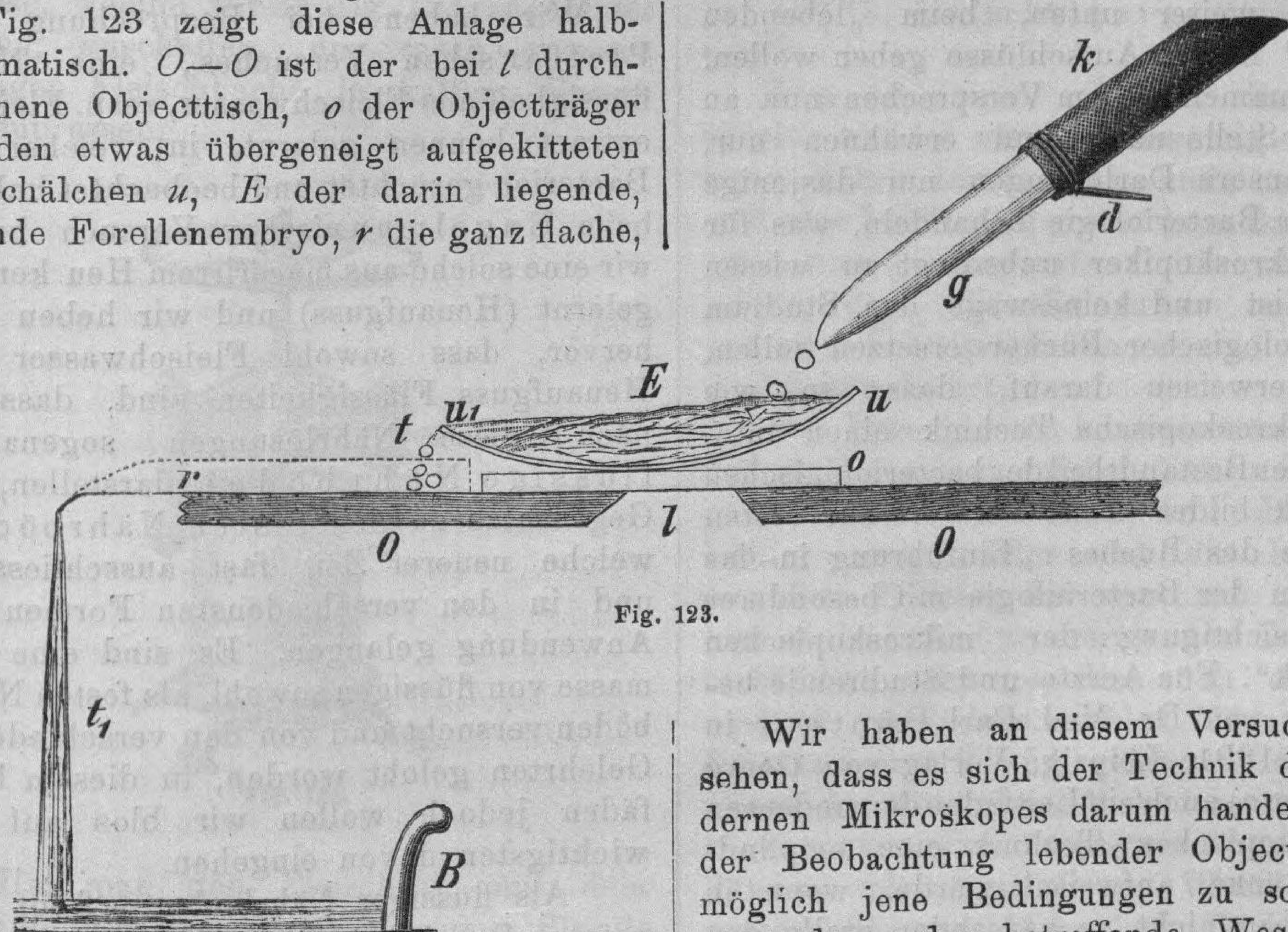


Fig. 123.

Wir haben an diesem Versuche gesehen, dass es sich der Technik des modernen Mikroskopes darum handelt, bei der Beobachtung lebender Objecte womöglich jene Bedingungen zu schaffen, unter denen das betreffende Wesen, sei es Thier oder Pflanze, in der freien Natur lebt und gedeiht. Man wird also z. B. Algen, die in Torfmooren vorkommen, in Wasser aus dieser Oertlichkeit untersuchen; Brackwasseralgen werden in Brackwasser, Meeresalgen womöglich in Meerwasser untersucht werden müssen.

Stehen uns aber die natürlichen Beobachtungsflüssigkeiten nicht zu Gebote, dann müssen wir die Natur durch künstliche Mittel, die sogenanten „Nährlösungen", zu ersetzen trachten. Namentlich in der Mykologie und zwar hier wieder in der Bacteriologie spielen die Nährlösungen eine überaus grosse Rolle.

Schon Pasteur hatte für hefeartige Pilze (Saccharomyceten) eine künstliche Nährlösung angegeben.

Aqu. destill.	100
Candiszucker	10
Ammonium-Tartarat . .	1
Hefe-Asche	1

Als nun Koch die Bacteriologie in die medicinisch-hygienische Praxis einführte, gab er auch verschiedene Nährflüssigkeiten für die Schyzomyceten an. Wir haben oben, als wir in diesem Leitfaden die Färbungsmethoden der Bacteriologen be-

sprochen haben, darauf hingewiesen, dass wir über die Reincultur (d. h. die ausschliessliche Züchtung von Bacterien gewisser Art auf einem geeigneten Nährboden) weiter unten, beim „lebenden Object“ nähere Aufschlüsse geben wollen. Wir kommen diesem Versprechen nun an dieser Stelle nach und erwähnen nur, dass unsere Darlegungen nur dasjenige aus der Bacteriologie behandeln, was für den Mikroskopiker unbedingt zu wissen nöthig ist und keineswegs das Studium bacteriologischer Bücher ersetzen sollen. Wir verweisen darauf, dass, so wie die mikroskopische Technik einen integrirenden Bestandtheil der bacteriologischen Technik bildet (siehe Vorwort zur ersten Auflage des Buches „Einführung in das Studium der Bacteriologie mit besonderer Berücksichtigung der mikroskopischen Technik“. Für Aerzte und Studirende bearbeitet von Dr. Med. Carl Günther in Berlin. 1891. Leipzig, Verlag von Georg Thieme) auch ein Leitfaden der modernen mikroskopischen Technik eine empfindliche Lücke aufweisen würde, wenn in demselben nicht an passender Stelle das rein Technische der Bacteriologie, d. h. die sogenannte Bacterioskopie eingeschaltet wäre. Einen Theil dieser Materie haben wir oben, bei Behandlung der Tinctionsmethoden bereits behandelt; den anderen Theil müssen wir an dieser Stelle zu erledigen suchen. Die Bacterioskopie erfordert ein ziemlich umfangreiches Instrumentarium, doch sind viele Geräthschaften durch das gewöhnliche chemische Geräthe, wie es in jedem gut eingerichteteu Apothekerlaboratorium zu finden ist — mit einiger Dexterität ersetzbar. Wer sich aber für Bacterioskopie einrichten will, den machen wir aufmerksam, dass die in den meist im Auslande erschienenen Fachwerken empfohlenen ausländischen Firmen für uns Oesterreicher gänzlich entbehrlich sind, da Rud. Siebert in Wien, VIII., Alserstrasse 19, die berühmte Firma Lenoir und Forster (Hlawaczek und Dr. Forster), IV. Waaggasse 5 u. A. m. die einschlägigen Artikel in vorzüglichster Eignung und zu reellen Preisen jederzeit liefern und dabei stets dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft Rechnung tragen.

Nährflüssigkeiten für Bacterien. Einiges über die Cultur der Letzteren.

Wir haben bei Besprechung des Pfeffer'schen Versuches, eine Nährflüssigkeit aus Fleischwasser, resp. Fleischextract kennen gelernt, in welcher wir Bacterien gezüchtet und beobachtet haben! beim Engelmann'schen Versuch haben wir eine solche aus macerirtem Heu kennen gelernt (Heuaufguss) und wir heben hier hervor, dass sowohl Fleischwasser als Heuaufguss Flüssigkeiten sind, dass sonach diese Nährlösungen sogenannte flüssige Nährböden darstellen, im Gegensatze zu den festen Nährböden, welche neuerer Zeit fast ausschliesslich und in den verschiedensten Formen zur Anwendung gelangen. Es sind eine Unmasse von flüssigen sowohl, als festen Nährböden versucht und von den verschiedenen Gelehrten gelobt worden, in diesem Leitfaden jedoch wollen wir blos auf die wichtigsten davon eingehen.

Als flüssiger Nährboden erfreut sich grosser Beliebtheit die **Nährbouillon** mit Pepton. Diese Flüssigkeit wird in der Weise zu bereiten begonnen, dass man 500 gr Rindfleischhaché in 1 l Brunnenwasser gibt (und zwar muss bei dem Rindfleische alles Fett sorgfältigst herausgelöst und das Fleisch sehr fein zerhackt werden, was am besten mittelst einer der kleinen Fleischhackmaschinen, wie sie im Haushalte verwendet werden, geschehen kann) — und dann das Haché durch Umrühren mit einem Glasstabe in dem Wasser gut vertheilt. Hierauf stellt man das Ganze in einen Eiskasten; in Ermangelung eines solchen kann man Flüssigkeit und Fleisch in einem kleineren Metalltopfe in einen grösseren, der von feingehacktem Eis umgeben ist, hineinstellen. Im Eise muss, ob man einen Eiskasten benützt oder sich auf andere Weise hilft, das Fleisch in dem Wasser 24 Stunden verbleiben. Dann presst man das Haché durch reine Leinwand gut aus, und zwar in dieselbe Flüssigkeit hinein, in der es vierundzwanzig Stunden gelegen ist, und setzt der Letzteren 10 gr Pepton und 5 gr Kochsalz zu, worauf man das Ganze eine Stunde lang erhitzt (im Wasserbade). Wer mit derlei Arbeiten sich häufiger zu be-

schäftigen hat, der kann sich bei **Lenoir & Forster** oder sonst einer derlei Apparate führenden Firma eine Fleischpresse, welche wir in Fig. 124 abgebildet haben, anschaffen, um rasch grössere Mengen Fleischhaché in kaltem Wasser auszupressen.

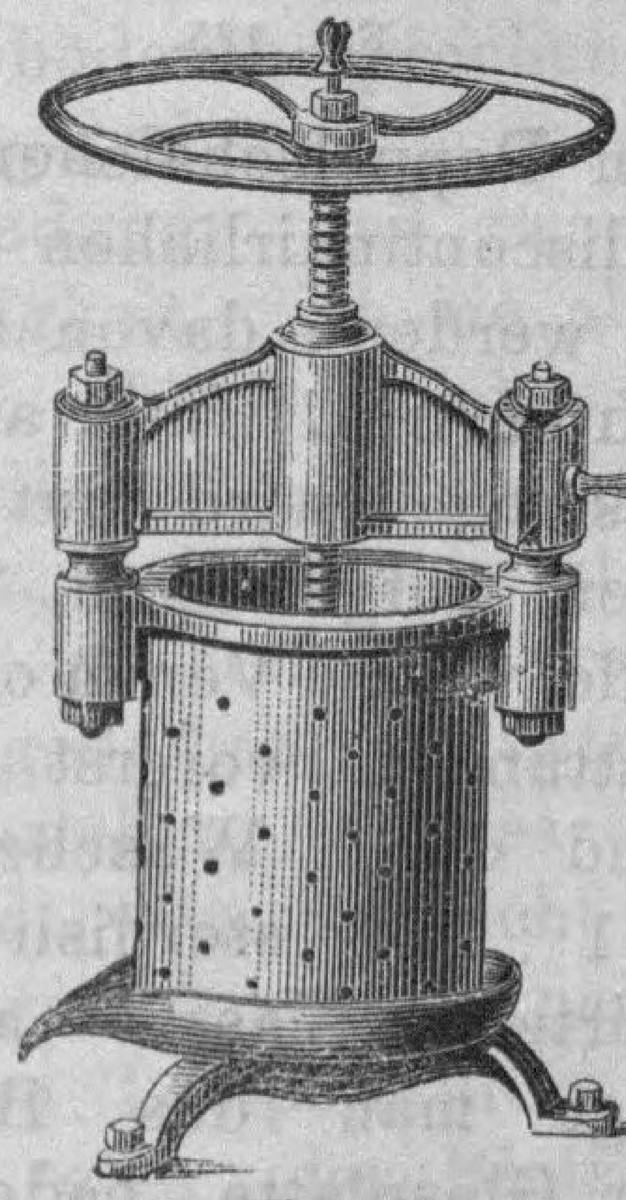


Fig. 124.

Hat man den Fleischsaft mit dem Pepton und dem Kochsalz eine Stunde lang im Wasserbade erhitzt, so setzt man so lange concentrirte Natriumcarbonatlösung zu, bis ganz leichte alkalische Reaction eintritt, worauf man das Ganze neuerlich eine Stunde lang kocht. Dann lässt man Alles erkalten und filtrirt durch gutes Filtrirpapier.

Zu dieser Nährbouillon, welche sich besonders zu Bacterienculturen im hängenden Tropfen eignet, kann man 10 Gewichtspercente Gelatine zusetzen, das Ganze erhitzen und im Heisswassertrichter filtriren. Man erhält dann einen trefflichen **festen** Nährboden, nämlich **„Fleischwasserpeptongelatine.“**

Der flüssige Nährboden (Nährbouillon) kann, wie erwähnt, zur Beobachtung von Bacterien im hängenden Tropfen oder einer feuchten Kammer dienen, wobei je nach Beschaffenheit der Bacterien — mittelst eines der vorbeschriebenen heizbaren Objecttische erhöhte Temperaturen angewendet werden können, da das Temperaturoptimum, d. h. jene Temperatur, bei welcher die Bacterien sich am Besten fortentwickeln — bei den verschiedenen Arten der Schizomyzeten sehr variirt. Die meisten pathogenen, d. h. im Körper warmblütiger Thiere, resp. des Menschen vorkommenden Bacterien entwickeln sich am Besten bei Brüttemperatur, d. i. bei 37° C. — andere wieder gedeihen besser bei 18° C., d. i. mittlerer Zimmertemperatur.

Zum Cultiviren einzelner Bacterienspecies wendet man gegenwärtig die flüssigen Nährböden fast gar nicht mehr an, weil eine Isolirung der einzelnen Bacterienarten und die separate Cultivirung derselben, d. i. die Reincultur bedeutend grössere Schwierigkeiten bietet, als bei den festen Nährböden.

Bei Flüssigkeiten kommen nämlich die vielen, auf einem solchen Nährboden sich entwickelnden Colonien von Bacterien leicht durcheinander und die Isolirung einzelner Species ist nur auf grossen, hier nicht näher zu erörternden Umwegen erreichbar, Umwege, die noch dazu so unsicher sind, dass es blos Männern wie Lister und Koch gelang — auf dem Wege der flüssigen Nährböden durch die sogenannte Verdünnungsmethode (Verdünnen mit sterilisirtem Wasser) einwandsfreie und lückenlose Darlegungen zur Entwicklungsgeschichte pathogener Organismen zu liefern.

Bei festen Nährböden ist die Isolirung einzelner Species eine leichtere, wie wir später sehen werden, sogar eine ziemlich einfache. Wir wollen deshalb ausser der erwähnten Nährgelatine (kurzweg Koch's Gelatine genannt), noch drei der wichtigsten Nährböden, resp. deren Herstellung betrachten. Es sind dies das Nähr-Agar, die Kartoffel und das Blutserum.

Das **Nähragar** besteht aus einer Composition von Fleischwasser mit Pepton und Agar-Agar.

Das Fleischwasser wird wie oben bei der Nährbouillon beschrieben wurde — sorgfältig bereitet und dann auf ein Liter Fleischwasser 10 gr Pepton und 5 gr Chlornatrium zugesetzt. Diese Flüssigkeit wird in den später zu beschreibenden Sterilisations-Dampftopf gebracht und hier durch eine Stunde gekocht, um die Albuminstoffe auszuscheiden. Dann filtrirt man diese Bouillon durch Filtrirpapier und setzt 1 – 2 Percent (Gewichtspercent) Agar in Stückchen zu. Das Agar (auch Agar-Agar genannt) ist eine Pflanzengallerte, welche von mehreren Species ostindischer Meerestange stammt und im Handel meis

in Streifen, viereckigen Stücken (seltener in Pulver) vorkommt. Die Streifen lassen sich in Stücke schneiden, welche wie oben benützt werden. Nach Zusatz des Agars zur Bouillon lässt man das Ganze im Dampftopf so lange stehen, bis sämmtliches Agar sich wieder in der Bouillon gelöst hat. Mittelst einer Pipette setzt man nun vorsichtig so viel Soda in Aqua destill. gelöst zu, bis leicht alkalische Reaction eintritt. Dann wird die Masse nochmals einige Stunden gekocht und in einen möglichst hohen gläsernen Cylinder (Becherglas) eingegossen, den man im Dampftopfe unterbringt. Man lässt nun den Dampftopf langsam auskühlen. Dabei senken sich die Unreinlichkeiten zu Boden und die Masse erstarrt. Man schneidet nun den ganz reinen Theil heraus, zerkleinert ihn und kann ihn zum weiteren Gebrauche gut verschlossen aufbewahren.

Die Nähr-Kartoffeln macht man sich erst kurz vor dem Gebrauche zurecht. Man nimmt je eine Kartoffel in die Hand und reibt sie unter dem Strahle der Wasserleitung mit einer Bürste sauber ab. Dann werden mit einem Messer die „Augen“ und alle sonstigen Unreinlichkeiten der Erdäpfelknollen herausgekratzt. Es darf nur gesundes Gewebe zur Benützung übrig bleiben. Sehr schadhafte („kranke“) Kartoffeln werfe man am Besten weg. In die Kartoffel selbst, d. h. in's Gesunde soll man ja nicht hineinschneiden, da die Sublimatlösung, in die die Kartoffeln, wie wir gleich sehen werden, wegen der äusserlichen Sterilisation gebracht werden — sonst das Innere der Kartoffel benetzen und als Nährboden unbrauchbar machen würde.

Die so gereinigten, aber nicht geschälten Kartoffeln kommen auf $^1/_2$—1 Stunde in eine Glaswanne mit $^1/_{10}$ $^0/_0$iger Sublimatsolution, welche etwas angesäuert wird. (Auf 1 l Wasser gibt man 1 gr Sublimat und 5 gr Acid. hydrochl. concentr.) Nach Herausnehmen aus der Sublimatlösung kommt die Kartoffel in den Dampftopf und wird gar gekocht und zugleich sterilisirt, was circa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden dauert. Dann nimmt man die Kartoffel aus dem Einsatze des Dampftopfes heraus, wobei man sich dreier mit Kautschukkappen versehener Finger der linken Hand, deren mit den Kautschukkappen geschützte Spitzen in Sublimatlösung (1 : 100) getaucht wurden, um sie zu sterilisiren — bedient — schneidet sie mit ausgeglühtem Messer in Scheibchen und gibt sie in Doppelschälchen. (Fig. 125.)

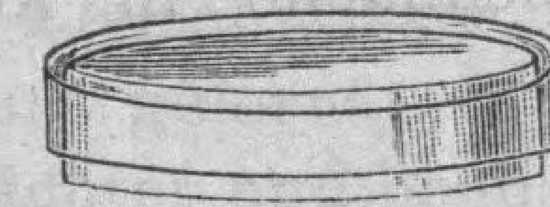


Fig. 125.

In diesen Doppelschälchen müssen sie dann der discontinuirlichen Sterilisation unterworfen werden; davon später.

Das Blutserum. Unter antiseptischen Vorsichtsmassregeln wird Blut von Rindern oder Schafen aufgefangen, indem man die Hautstelle, wo die Venen oder Arterienöffnung stattfindet, vorerst mit Aether entfettet und durch Waschen mit Sublimatlösung 1 : 500 sterilisirt und dann mit sterilisirtem Wasser abspült. Am besten fängt man das Blutserum in mit je einer Glasplatte bedeckten Glaswannen auf, welche natürlich sterilisirt sein müssen und bewahrt es 48 Stunden in Eis auf. Dann pipettirt man das klare Serum in Reagensgläschen (Eprouvetten) und setzt dieselben durch 4—5 Tage oder sicherer 8 Tage an jedem Tage 1—2 Stunden einer Temperatur von 58° C. aus, um die Keime discontinuirlich zu sterilisiren. Hiezu kann man sich eines sogenannten Thermostaten (davon später) oder aber noch besser eines eigens hiezu

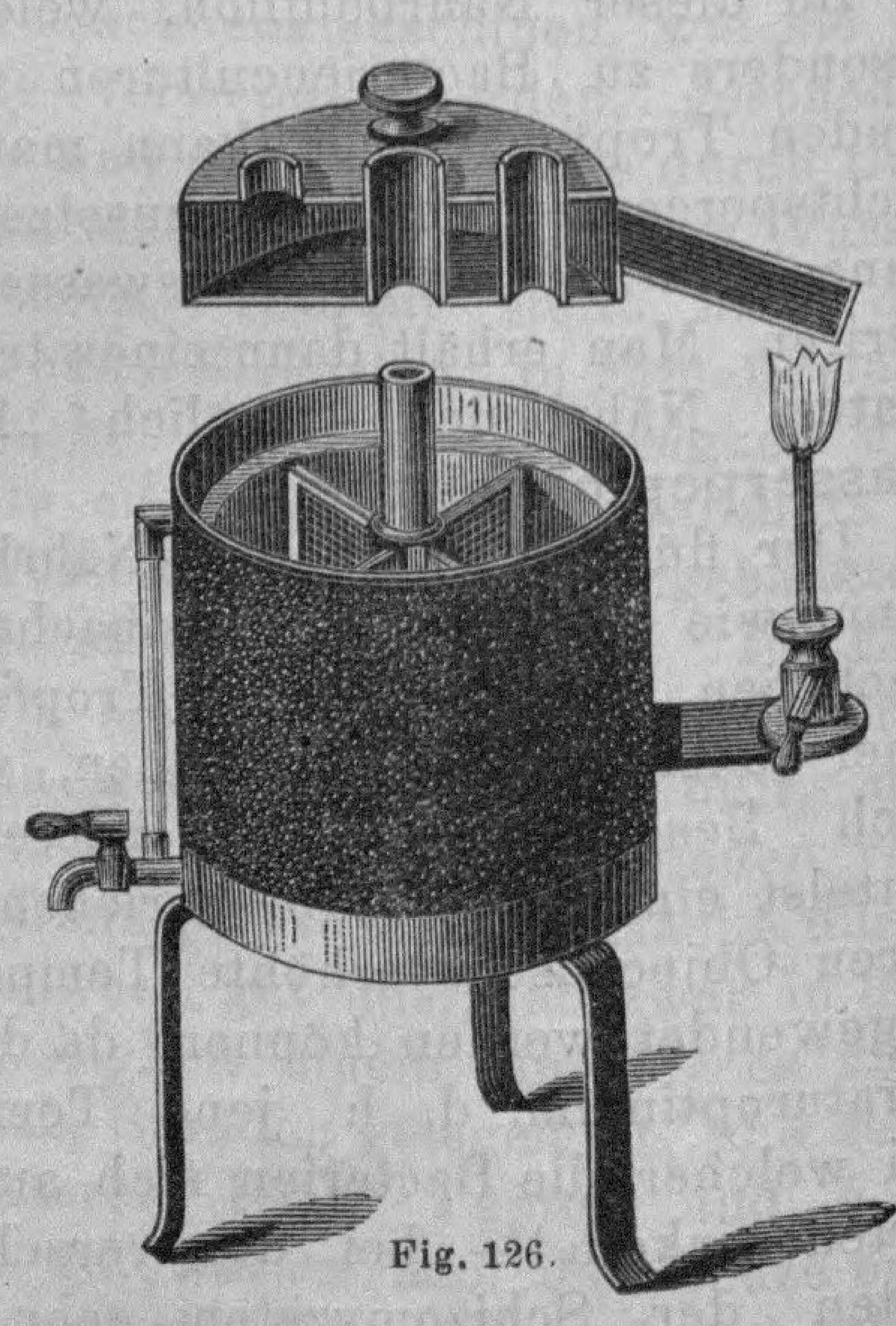


Fig. 126.

construirten, bei Lenoir & Forster erhältlichen Apparates bedienen, den Fig. 126

zeigt. Der Apparat ist um Wärmeverluste zu vermeiden mit Filz bekleidet. Er wird mit Wasser gefüllt, in welches in den mit 4 gitterartigen Abtheilungen versehenen Einsatz die Eprouvetten mit dem Blutserum kommen. Geheizt wird der Apparat durch einen am Deckel angebrachten Rohrstutzen, in den eine kleine Gasflamme hineinbrennt.

Wir haben nun die 4 wichtigsten festen Nährböden besprochen. Die Peptonfleischinfusgelatine kommt am häufigsten zur Verwendung, und zwar wegen ihrer Durchsichtigkeit. Da sie aber schon bei 23—30° C. flüssig wird, so wäre für Bacterien, die erst bei höherem Temperaturoptimum, z. B. Bruttemperatur 37° C., bei welcher die meisten pathogenen Bacterien am besten gedeihen, sich entwickeln -- das Agar vorzuziehen, welches erst bei 50° C. flüssig wird, wenn es nicht gar so leicht im Brutschranke austrocknen würde. Für alle höheren Temperaturen können aber Kartoffeln oder das Blutserum dienen, erstere in geeigneten Behältern, die sie vor dem Austrocknen schützen (Feuchtkammern genannt). Wir können hier natürlich nicht eine detaillirte Anleitung zu allen möglichen bacteriologischen Untersuchungen geben, aber so viel als für den Mikroskopiker nöthig ist, wollen wir hier an einigen Beispielen erläutern und dabei die Apparate erwähnen, deren man zu solchen Untersuchungen bedarf.

Ueber das Mikroskop brauchen wir hier wohl nichts mehr zu sagen, als dass es so gross sein soll, dass man auf den Objecttisch bequem eines jener Doppelschälchen (Fig. 125), welche meist von 10 bis zu 18 cm Durchmesser haben — stellen und die im Schälchen gezüchtete Cultur besehen kann. Solche Mikroskope erhält man jetzt zu staunend billigen Preisen mit System 1, 3, 6 und Oel-Immersion (homogene) 1/15″ bei L. Merker, VIII., Buchfeldgasse 19 oder Fritz Ebeling, Hernalsergürtel 2; selbstredend auch bei C. Reichert, VIII., Bennogasse 26. Vor sogenannten „Bacterienmikroskopen“ aus Deutschland, die oft zu Spottpreisen angepriesen werden und die man „ungeschauter“ gegen Nachnahme und hohen Zoll beziehen muss — können wir blos warnen. Die berühmten deutschen Firmen Zeiss, Leitz, Seibert u. A. m. sind aber entweder durchaus höher in ihren Preisen, oder aber ihre Erzeugnisse sind nicht im mindesten besser, als die unserer Wiener Optiker. Ein Abbé'scher Beleuchtungsapparat oder doch wenigstens kleiner Condensor ist für Beobachtung der Farbenbilder der Bacterien, die wir oben bei den Tinctionen ausführlich besprochen haben — unerlässlich.

Ein Revolver für die Systeme zum raschen Wechseln derselben und ein beweglicher Objecttisch sind sehr angenehme, aber nicht unerlässliche Behelfe. Die feuchten Kammern haben wir ohnedies erst besprochen.

Wir könnten also gleich zu den Beispielen übergehen, an denen wir die bacterioskopische Untersuchung erläutern wollen. Die Wasseruntersuchung nehmen wir nicht als Beispiel, denn gerade an sie soll sich nur ein Bacteriologe von Fach wagen, der über ein treffliches Laboratorium verfügt. Im Wasser kommen nämlich sehr viele Bacterienarten vor, die harmlos sind, so dass die Keimzahl an sich kein Grund zur Ausschliessung des Wassers vom Genusse bilden kann; vielmehr kommt es darauf an, ob im Wasser für den Menschen schädliche Bacterien vorhanden sind und da können in Wässern mit relativ geringer Keimzahl solche Organismen vorkommen, die den Genuss als lebensgefährlich erscheinen lassen. Ebenso wäre die Untersuchung der Luft, welche darauf beruht, dass Luft mittelst Aspiratoren aspirirt und durch Nährböden

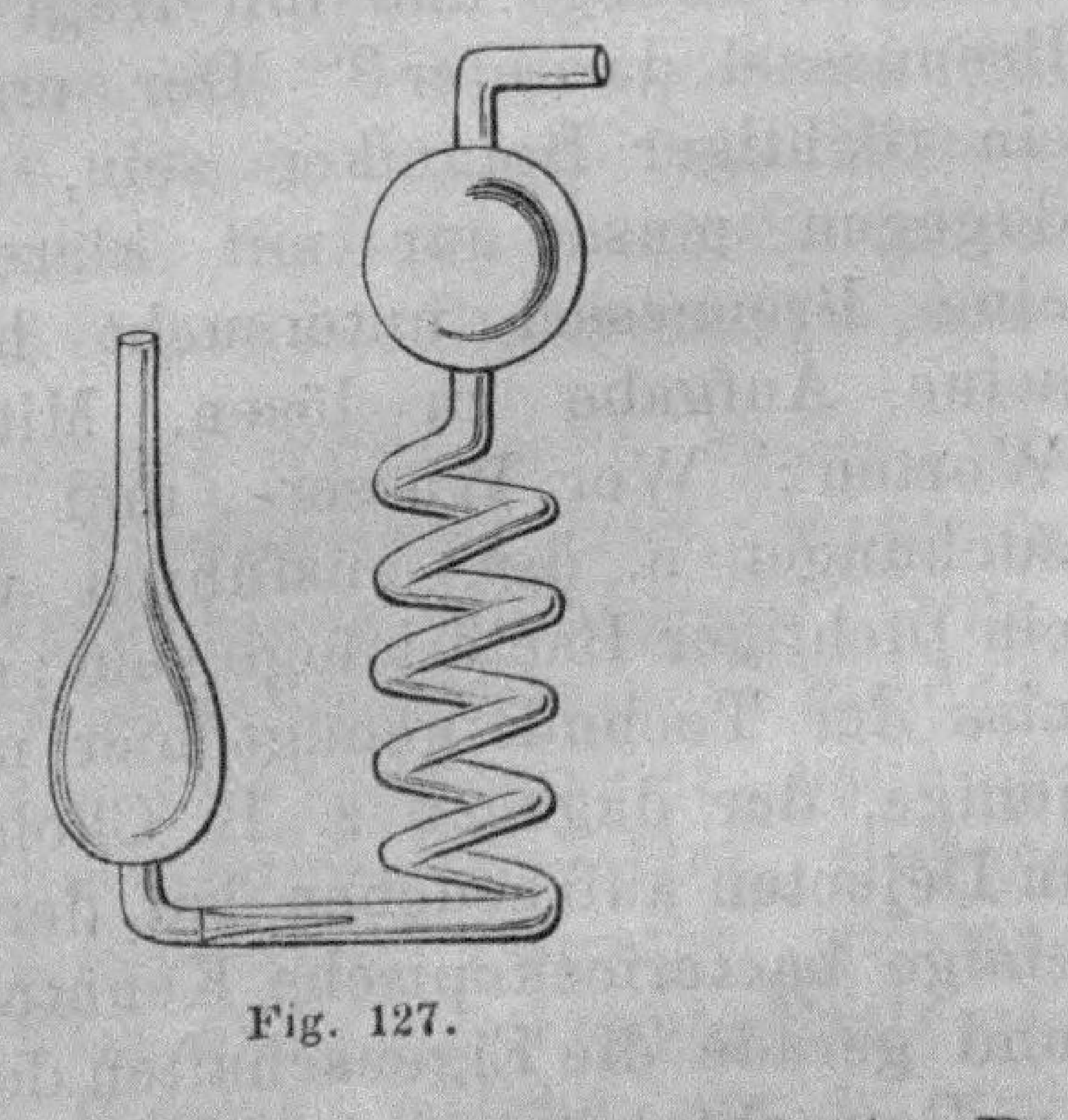


Fig. 127.

z. B. Bouillon durchgesaugt wird (z. B. wird der in Fig. 127 abgebildete Emmerich'sche Luftuntersuchungs-Apparat mit Nährlösung gefüllt und an dem Röhrchen am

runden Ballon ein Aspirator angebracht), worauf man die inficirte Bouillon auf circa 40–50 Kölbchen vertheilt und die Vegetation der Bacterienkeime in denselben beobachtet — in nicht ganz speciell für bacteriologische Untersuchungen eingerichteten, mit Versuchsthieren reichlich dotirten Laboratorien nicht leicht durchführbar, da es auch hier wie beim Wasser auf die bacteriologische Classificirung der unzähligen Keime, die in der Luft suspendirt sind, ankommt, wozu es, um die pathogene Beschaffenheit zweifellos festzustellen, des Thierversuches bedarf. Dagegen lässt uns der Thierversuch bei einigen wichtigen Untersuchungen im Stich, so z. B. bei der Untersuchung auf Cholera asiatica und Cholera nostras und hier ergibt sich schon mit Rücksicht auf die Dringlichkeit solcher Untersuchungen umsomehr ein Feld für den für bacteriologische Untersuchungen minder complett eingerichteten praktischen Mikroskopiker, als es hier nicht wie bei Wasser- und Luft-Untersuchung darauf ankommt, eine Unzahl Keime auf ihre Herkunft und ihre Eigenschaften zu untersuchen, sondern blos die Frage zu beantworten: „Sind Cholerabacillen da — oder nicht?“ Es ist zwischen der Wasser- und Luftuntersuchung und anderen speciellen Untersuchungen derselbe Unterschied wie zwischen den Aufgaben zweier Männer, von denen man dem einen eine Botanisirbüchse voll mit vielleicht von ihm nie gesehenen Pflanzen zur Bestimmung vorlegt, während man dem Anderen ebenfalls eine Büchse mit Pflanzen hinlegt und ihn frägt: „Ist eine Brennessel darunter?“ Der erstere muss ein tüchtiger Botaniker sein, der zweite dagegen muss nur mit klaren Sinnen eine Brennessel untersucht haben, um seine Aufgabe zu lösen. Mit anderen Worten: Wer Wasser- und Luftuntersuchungen u. dgl. ausführen will, muss ein tüchtiger Bacteriologe sein; die Kenntniss der Technik genügt hier nicht; derjenige, der dagegen z. B. Cholerabacillen in Dejecten aufzusuchen hat, der muss blos einige bacterioskopische Kenntnisse haben und gerade die Eigenschaften der wenigen in Betracht kommenden Mikroorganismen studirt haben. Nur das Letztere kann man vom praktischen Mikroskopiker verlangen und deshalb wollen wir in diesem Leitfaden*) auch nur derlei leichter auszuführende und dringliche, d. h. auf dem flachen Lande z. B. wegen der nothwendigen in alle Lebensverhältnisse einschneidenden Prophylaxe, unabhängig von dem erst nach geraumer Zeit zu gewärtigenden Resultate der hauptstädtischen autorisirten Untersuchungsanstalten vorzunehmende Begutachtungen besprechen. Vor dem Eingehen in das Specielle müssen wir einige wichtige allgemeine Punkte, welche eigentlich in das Gebiet der Bacteriologie gehören, hier dennoch behandeln, um unsere Beispiele verständlich zu machen, nämlich: 1. Sterilisation, 2. Infection, 3. Cultur (im engeren Sinne).

Dabei wollen wir auch der hiezu nöthigen Apparate gedenken und dort wo sich solche durch einfachere, in jeder Apotheke oder jedem Haushalte vorhandene Geräthschaften ersetzen lassen, die nöthigen Winke hiezu geben.

Einiges über die Cultur der Bacterien.

1. Die Sterilisation.

Die Sterilisation, d. h. die Befreiung gegebener Gegenstände von ihnen anhaftenden keimfähigen Bacterien, resp. den Sporen derselben, welche Beide zusammen man kurzweg „Keime“ nennt, kann auf zweierlei Weise geschehen: A) durch Vernichtung der Fähigkeit der Keime, sich zu vermehren (und zwar gänzliche, nicht nur temporäre Vernichtung), welche natürlich am sichersten durch Zerstörung der Keime selbst (z. B. Verbrennung) erfolgt, und B) durch Beseitigung der Keime, indem man sie vom zu sterilisirenden Objecte absondert (z. B. durch Filtration).

Bei A) lässt sich wieder unterscheiden, ob die Vernichtung a) durch physikalische Agentien, z. B. hauptsächlich Wärmeänderungen, seltener Elektricität — oder b) durch chemische Agentien, z. B. Chloroform, Carbolsäure, Sublimat oder dgl., erfolgt; im Falle sub b) spricht man dann nicht von Sterilisation, sondern von Desinfection, doch ist letztere, wie wir soeben gesehen haben — streng genommen eine Sterilisation.

*) Für weitergehende Untersuchungen kann der Verfasser den Herren Apothekern, Chemikern, Aerzten und Thierärzten die „Anleitung zur Ausführung bacteriologischer Untersuchungen“ von Dr. Josef Schrank, k. k. Polizeibezirksarzt, Wien, bei Deuticke, 1894 (Brosch. fl. 3·60) bestens empfehlen.

A.) a) (Sterilisation durch physikalische Mittel).

Bei der Cultur der Bacterien haben wir es meist mit der Sterilisation durch Einwirkung erhöhter Temperaturen zu thun und nennen wir dieselbe daher Sterilisation im engeren Sinne oder Sterilisation schlechtweg. Diese letztere beruht hauptsächlich darauf, dass die meisten Bacterien bei einer längeren Einwirkung einer Temperatur über 50° C. absterben. Die Sporen mancher Bacterien sind dagegen viel widerstandsfähiger, sie vertragen Einwirkungen von 130° trockener Hitze durch viele Stunden hindurch, ohne zu Grunde zu gehen. Haben sich natürlich aus den Sporen Bacterien entwickelt, so sind diese wieder viel empfindlicher, als ihre Sporen waren. Darauf beruht die discontinuirliche Sterisation (zu unterscheiden von der fractionirten, die oft mit ihr verwechselt wird), von der wir oben ein Beispiel gegeben und in Fig. 126 den hiezu gebräuchlichen Apparat abgebildet haben. Es handelte sich dort um die Sterilisation des Blutserums. In diesem sind trotz aller aseptischen Cautelen bei dessen Gewinnung — Bacterien und Sporen von solchen vorhanden. Wollte man die Bacterien und die Sporen auf einmal vernichten, müsste man die Erwärmung so weit treiben, dass das Eiweiss im Serum coagulirt, wodurch dieses Nährsubstrat seinen Vorzug, durchscheinend zu sein, verlieren würde, andererseits würden bei einer einmaligen Erwärmung auf z. B. 58°, bei welcher Temperatur das Eiweiss im Serum noch nicht coagulirt — die Sporen unversehrt bleiben und auskeimen und das Serum wäre also nicht steril. Da hilft man sich (Tyndall's Idee) nun auf die Weise, dass man, wie wir oben erwähnt haben, das in Reagensgläschen pipettirte klare Blutserum durch 5—8 Tage täglich 1 bis 2 Stunden einer Temperatur von 58° C. aussetzt. Einige Keime werden gleich bei der ersten Erwärmung auf 58° C. absterben; hauptsächlich aber die Bacterien werden diese weit über ihrem Temperaturoptimum liegenden Erhöhungen der Temperatur nicht ertragen; sie werden aber auch nicht alle absterben, sondern ein kleiner Theil, die resistenteren, werden Sporen bilden. Diese neugebildeten Sporen und die bereits im Serum befindlich gewesenen Dauersporen würden nun der Erwärmung auf 58° C., und sollte man sie tagelang fortsetzen, wacker Widerstand leisten. Deshalb bricht man nach 1 bis 2 Stunden die Erwärmung ab. Was wird nun geschehen? Die Sporen werden zu Bacterien auskeimen. Nun erwärmt man am zweiten Tage wieder auf 58° C. Wieder werden eine Menge der aus den Sporen in der Ruhezeit gebildeten Bacterien getödtet werden, ein geringer Percentsatz wird Sporen bilden, die in der Ruhezeit bis zur nächsten Erwärmung am folgenden Tage — wieder zu Bacterien auskeimen. Am achten Tage dürften, nach den bisher gemachten Erfahrungen, alle Sporen ausgekeimt und die eben entstandenen Bacterien getödtet sein; dieses Resultat ist aber auch oft schon in 5 bis 6 Tagen zu erreichen.

Die fractionirte Sterilisation ist dagegen etwas Anderes. Sowie man bei der fractionirten Destillation des Theers z. B. zuerst leichter flüchtige und dann immer schwerere ölartige Producte erhält, so dient die fractionirte Sterilisation, welche bei verschiedenen Temperaturen unterbrochen wird, dazu, bestimmte in einem Nährsubstrate befindliche Bacterien zu tödten, andere dagegen unvernichtet zu lassen, wodurch man in die Lage gesetzt ist, verschiedene Bacterien durch die fractionirte Sterilisation zu separiren. Ein interessantes Beispiel bietet hiefür die Anwendung der fractionirten Sterilisation bei der Reincultur von Tetanusbacillen, den Erregern der Wundstarrkrampf-Erscheinungen. Doch können wir hievon erst weiter unten, bei Behandlung der Cultur (im engeren Sinne) der Bacterien sprechen.

Die häufigste Anwendung findet die fractionirte Sterilisation dann, wenn es sich um Vernichtung pathogener Organismen in Gebrauchsgegenständen handelt, welche durch eine vollkommene, ununterbrochene Sterilisation vernichtet, respective gebrauchsunfähig gemacht würden. Beispiele hiefür sind die bekannte Pasteurisation des Weines, welche nur so weit getrieben wird, als nöthig ist, um die bacillären Erreger der Weinkrankheiten zu vernichten oder die Sterilisation der Kindermilch mittelst der Soxleth-schen Apparate u. a. m.

Zur Ausführung der Sterilisation kann die Wärme verschiedenartig zur Anwendung kommen. In dem oben Fig. 126 abgebildeten Apparate kommt dieselbe in einem, durch heisse Luft geheizten Wasserbade zur Anwendung; wir werden später sehen, dass uns ein Wasserbad manchmal den kostbaren Dampfsterilisations-Apparat (kurz „Dampftopf") genannt, ersetzen kann.

Um systematisch vorzugehen, müssen wir drei Anwendungen von Wärme bei der Sterilisation unterscheiden:

α) Trockene Hitze und überhitzter Dampf.

β) Feuchte Wärme durch strömenden Dampf von 1 Atmosphäre ohne Ueberdruck.

γ) Hitze durch strömenden oder ruhenden Dampf von mehr als einer Atmosphäre (Ueberdruckdampf, auch gespannter Dampf genannt.)

Die trockene Hitze kann ohne oder mit Apparat angewendet werden; sie dient, da die Bacterien verhältnissmässig hohe Grade trockener Hitze zu ihrer Vernichtung erfordern, diese Hitze aber die meisten Nährböden austrocknen und unbrauchbar machen würde — blos zur Sterilisirung von Glas und Metallgeräthschaften zu bacteriologischen Zwecken. Man hält z. B. die in Glas eingeschmolzene Platindrathnadel oder Platinöse, mit der, wie wir später hören, die Infection der Cultur-Platten, -Schalen oder -Eprouvetten vorgenommen wird — behufs Sterilisation in eine Flamme, bis das Platin glühend wird; natürlich werden dadurch die Keime gründlich (durch Verbrennung) vernichtet. Auch das Messer, womit wir die Kartoffelaugen bei Anfertigung des Nährbodens aus Kartoffeln (siehe oben) ausstachen, kann durch Ausglühen sterilisirt werden. Will man den Stahl dabei hart erhalten, so thut man gut, das Messer nicht auszuglühen, sondern blos so lange zu erhitzen, bis ein Tropfen wässeriger Chlornatriumlösung darauf getröpfelt — siedet. Der Siedepunkt einer concentrirten Chlornatriumlösung liegt nämlich wesentlich höher als der des Wassers.

Hat man viele Instrumente zu sterilisiren, dann bringt man dieselben in eine Bratröhre; Hartgummigriffe dürfen jedoch nicht daran sein, da diese dadurch leiden würden. Man bedient sich meistens in Laboratorien zum Sterilisiren von Instrumenten, leeren Gläsern u. dgl. eines Trockenschrankes der sich von dem Trockenschranke der Chemiker dadurch unterscheidet, dass in seinen Zwischenwänden kein Wasser ist, sondern Luft. Wir werden später sehen, dass die Trockenschränke der Chemiker mit einigen Modificationen in den weiter unten zu beschreibenden sogenannten „Vegetationskästen" auch „Thermostaten" und „Brutöfen" genannt -- nachgeahmt erscheinen. Die Trockenschränke der Bacteriologen sind wirklich ganz trocken. Sie haben Aehnlichkeit mit der Bratröhre der Maschinherde unserer modernen Küchen und können wie erwähnt, mitunter durch letztere einigermassen ersetzt werden. Pasteur hat Trockenschränke in Cylinderform construirt. Die deutschen Bacteriologen

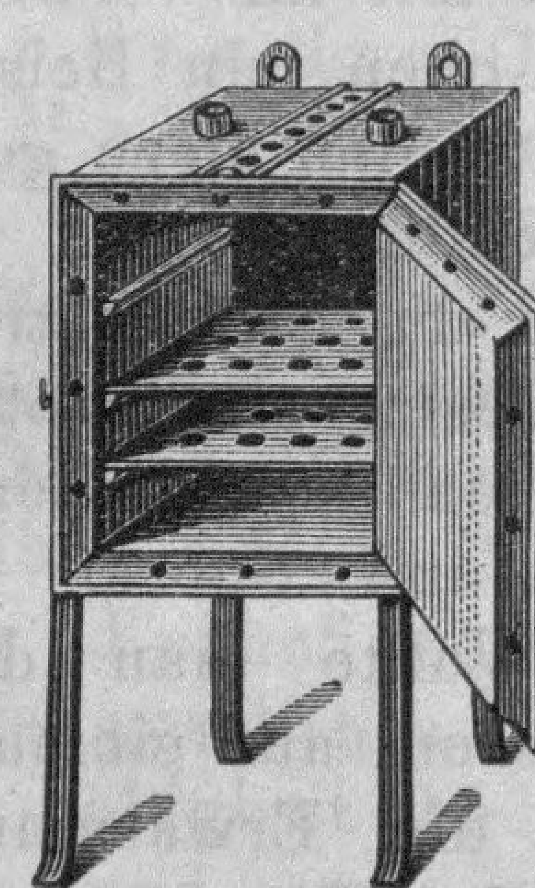


Fig. 128.

wenden aber meist die handlichere Kastenform an. Fig. 128 zeigt uns jenen des berühmten Bacteriologen Hueppe, wie er von der Wiener Firma Hoflieferant Rud. Siebert, Alserstrasse, bezogen, werden kann. In eine Oeffnung am kupfernen Boden des doppelwandigen Kastens lässt man eine Bunsenflamme hineinbrennen. Die heissen Verbrennungsgase circuliren zwischen den aus Eisenblech gefertigten doppelten Wänden und entweichen durch Löcher am Deckel. Die Tuben gehen durch beide Wände durch und nimmt der eine ein chemisches Thermometer auf, welches die Temperatur im Inneren des Kastens, der zur Aufnahme der zu sterilisirenden Gegenstände durchlöcherte Platten enthält, anzeigt; am anderen Tubus kann man einen Thermoregulator (davon später) anbringen, was aber hier meist überflüssig ist, da es sich bei der Sterilisation von Instrumenten

nicht um peinliche Einhaltung constanter Temperaturen handelt. Es genügt, wenn man mittelst des Gashahnes den Bunsenbrenner derart regulirt, dass die Temperatur, die das Thermometer, welches oben angebracht ist, zeigt, 180—200° C. beträgt; unten (im ersten Fache) beträgt dann die Temperatur blos circa 150 bis 160° C. und man legt daher die gegen Hitze empfindlicheren Gegenstände in das untere, die weniger empfindlichen in das obere Fach. Dagegen ist die Hitze am Boden, wo die Bunsenflamme hineinbrennt, am grössten. Hieher kommen blos hartgelöhtete Metallgeräthe. Die Gegenstände im oberen Fache sind dann nach 15—20 Minuten, jene im unteren Fache nach 20 bis höchstens 30 Minuten dauerndem Verweilen im Trockenschranke gänzlich keimfrei. Der Kasten ist aussen mit Asbest verkleidet, um durch Einschaltung dieses schlechten Wärmeleiters zwischen die äussere Luft und die gut leitenden Metallwände des Trockenschrankes Wärmeverluste zu vermeiden.

Man kann diesen Trockenschrank an den oben ersichtlichen Ohren über einen Arbeitstisch, auf dem der Bunsenbrenner seinen Platz hat — aufhängen und erspart dann das Gestell (Vierfuss) wodurch sich der Preis des Apparates ermässigt. — Die Dimensionen dieses Apparates betragen in der Höhe 24 cm, in der Breite 18 cm und in der Tiefe 16 cm, reichen daher für fast alle Fälle aus, die in der bacteriologischen Praxis vorzukommen pflegen. Kleinere derlei Trockenschränke, die um wenige Gulden billiger sind, könnten leichterdings für viele Arbeiten zu klein sein und sind daher nicht zu empfehlen.

Ueberhitzter Dampf von nicht mehr als einer Atmosphäre Ueberdruck wirkt ebenso wie heisse, trockene Luft, muss daher auch auf 150°—200° C. gebracht werden, um energisch zu sterilisiren, bietet daher keinerlei Vortheile gegenüber der Heissluft. Wir übergehen deshalb die Apparate zur Erzeugung überhitzten Dampfes. Wichtig dagegen sind die Vorrichtungen zur Sterilisation mittelst strömenden (nicht überhitzten) Dampfes von 100° C. — Schon K o c h hat gefunden, dass strömender, wenn auch ungespannter Wasserdampf viel energischer, respective bei niederer Temperatur die Keime vernichtet, welche man ihm aussetzt. Am meisten gebräuchlich ist in kleineren Laboratorien noch immer der K o c h 'sche Dampf-Topf. Derselbe besteht in seiner einfacheren Gestalt

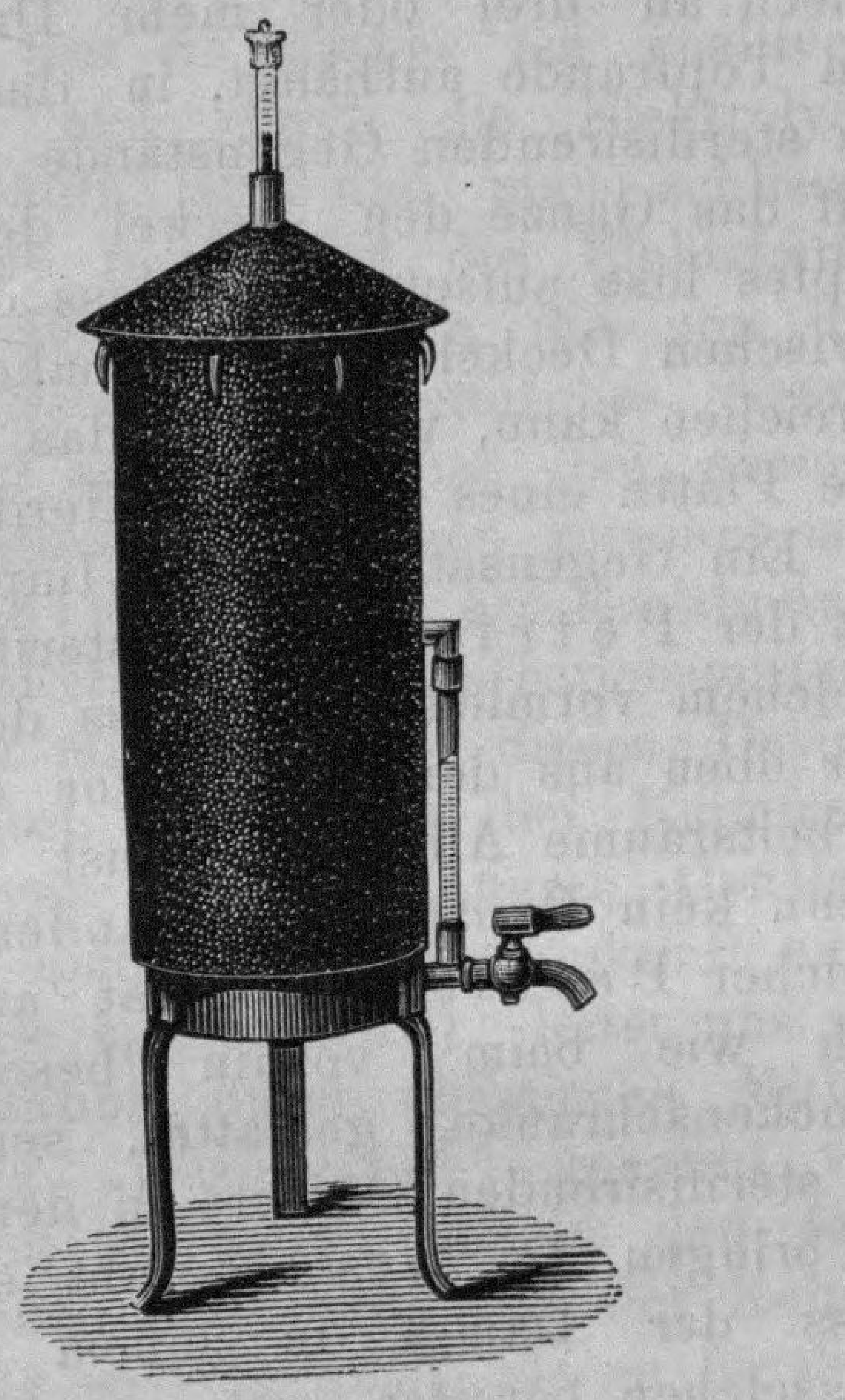


Fig. 129.

(s. Fig. 129) aus einem mit Filz bekleideten Gefässe aus starkem verbleitem Stahlblech mit Filzbekleidung (behufs besserer Erhaltung der Wärme) mit einem konischen Deckel, der durch einen Kranz von Drahthaken so viel Zwischenraum lässt, dass der Dampf entweichen kann und einem Tubus an der Spitze des Konus, welcher ein in den Dampfraum reichendes Thermometer enthält.

Der untere, mit einem Wasserstandsrohr versehene Raum wird mit Wasser gefüllt und zum Kochen gebracht, indem man eine Lampe unter den Dreifuss stellt. In den oberen Theil des Cylinders kommt ein ähnlicher Einsatz für die zu sterilisirenden mit Nähragar oder dergleichen beschickten Kölbchen oder Eprouvetten, wie er oben in Fig. 126 im Innern des offenen Cylinders zu sehen ist.

Kocht nun im K o c h'schen Dampftopf das Wasser, so durchstreicht der ungespannte Dampf von 100° C. den Aufsatz und entweicht am Rande des Deckels. Was im Aufsatze ist, wird vom Dampfe schon nach $^1/_4$—$^1/_2$stündiger Einwirkung sterilisirt.

Der Dampftopf lässt sich improvisiren, wenn man in einen Wäschekochtopf 10—15 cm hoch Wasser füllt, ihn mit Watte und Spagat gut umwickelt und nun ein in den Topf hineingehendes Nudelsieb (sogenannter Durchschlag) aus Blech an drei oder mehr Drahthacken am Topfrande aufhängt, in das Sieb die zu sterilisirenden Gegenstände bringt und auf das Ganze den Deckel des Waschtopfes lose aufsetzt, so dass der Dampf zwischen Deckel und Drahthaken durchstreichen kann, wenn man das Ganze auf die Platte eines geheizten Herdes bringt.

Ein Gegensatz zu dieser Improvisation ist der Petri'sche Dampfsterilisator, bei welchem vermieden ist, dass der Dampf, der oben aus dem Sterilisator dringt, im Arbeitsraume Alles mit Dunst beschlägt, wenn kein Dunstfang vorhanden ist und welcher Petri'sche Apparat auch, ähnlich wie beim vorhin beschriebenen Trockenschranke, gestattet, seitlich die zu sterilisirenden Objecte in den Apparat zu bringen. Im Wesen beruht er darauf, dass der Dampf in einem separaten Kesselchen bereitet und von oben in einen Cylinder, der eine seitliche Thüre und ihr gegenüber mehrere Etageren für die zu sterilisirenden Gegenstände besitzt, geleitet wird. Der Apparat ist aber so theuer, dass wir kaum annehmen, ein Mikroskopiker werde sich ihn kaufen oder anfertigen lassen, umso weniger, als der Koch'sche Dampfsterilisator, der nicht viel mehr Gulden, als jener Zehnerbanknoten kostet, zu allen Arbeiten ausreicht. Während ein Koch'scher Dampftopf (bei Lenoir & Forster, Wien, IX., Garnisonsgasse 7) 15 fl. kostet, kommt der Petri'sche Dampf-Apparat bei Münke in Berlin ohne Fracht und Zoll auf 230 Mark zu stehen. Auch Dr. Ostwald hat den Koch'schen Apparat verbessert, doch ist auch der Ostwald'sche Apparat sehr kostspielig, weshalb wir ihn in diesem Leitfaden ebenfalls übergehen. Alle diese Apparate arbeiten ohne Ueberdruck.

Der in einem verschlossenen Kessel unter Ueberdruck stehende Dampf hat eine noch stärker sterilisirende Wirkung, als jener von normaler Spannung; natürlich steigt auch mit dem Drucke die Siedetemperatur des Wassers. So kann man in dem bekannten Papin'schen Topfe das Wasser und den Dampf auf 150° erhitzen. Lässt man solchen Dampf, der natürlich fünf und mehr Athmosphären Druck hat, gegen einen zu sterilisirenden Gegenstand strömen, so werden die widerstandsfähigsten Sporen, die im Dampftopfe Koch's 5-6 Stunden verweilen müssten, um vernichtet zu werden, binnen einer Viertelstunde zu Grunde gehen. Noch kräftiger sterilisirend wirkt der gespannte Dampf in ruhendem Zustande, in dem Dampfraume eines Papin'schen Topfes. Bringt man in ein solches, in jeder besser ausgestatteten Handlung für Küchengeräthe für wenige Gulden als „Fleischdampftopf" oder „Digestor" erhältliches Kesselchen in passender Weise einen Blech- oder Draht-Einsatz (etwa für einige Kölbchen mit Nährsubstraten), so kann man in ihm die resistentesten Keime in wenigen Minuten tödten, wenn man unter den Einsatz mit den zu sterilisirenden Gegenständen Wasser giesst, den Topf gut schliesst und nun auf dem Herde das Wasser im Topfe zum Sieden bringt und es 15 Min. lang kochen lässt. Der Topf muss ein gutes Sicherheits-Ventil haben. Bequemer hiezu ist ein eigener Apparat von circa 150 bis 170 cm



Fig. 130.

Durchmesser und 200—220 cm Tiefe, wie ihn Lenoir & Forster unter dem Namen Autoclave auf 12 Atmosphären geprüft, für 70—76 fl. Oe. W. in den Handel bringen und wie ihn Fig. 130 mit Manometer und Bunsenbrenner adjustirt zeigt. In diesem Autoclave erfolgt die Sterilisation auch bei Vorhandensein resistentester Sporen in 6—10 Minuten.

Er enthält eine nach Art der Tafelaufsätze angeordnete runde Etagère zur Aufnahme der zu sterilisirenden Objecte und kann auch, falls man den Deckel lose aufsetzt — wie ein Koch'scher Dampftopf verwendet werden. Derlei Autoclave, sowie auch andere Sterilisationsapparte sind ausser bei der altberühmten Firma Lenoir & Forster auch bei Stefan Baumann, Fabrik für Apotheker-Utensilien, VIII., Florianigasse 11 und noch mehreren anderen Firmen für Laboratoriumseinrichtung in Wien zu haben, namentlich auch bei Siebert.

Wir haben nun die Sterilisation im engeren technischen Sinne des Wortes, d. h. durch Hitze besprochen und wenden uns jener durch Kälte zu. Bekanntlich schützen wir allerlei Gegenstände vor Fäulniss, indem wir sie auf das Eis legen. Die Kälte hindert also die Entwicklung der Fäulnissbacterien, so wie sie aber aufhört, hört auch die sogenannte Kältestarre der Bacterien auf, die gewöhnlich erreichbaren Kältegrade genügen also nicht zur Sterilisation, d. h. zur dauernden Vernichtung der Keime. Nichtsdestoweniger bedienen wir uns der Kälte mittelst des Eisschrankens (eines kleinen Eiskastens im Preise von circa 11—15 fl. ö. W.) auch in der Bacteriologie vielfach als entwicklunghemmenden Mittels. Tiefere Kältegrade als 0° C. wirken wohl intensiver ein, doch ist deren sterilisirende Wirkung unsicherer und minder bequem erreichbar — als jene durch Hitzegrade, sie werden also auch in der Praxis nicht als Sterilisationsmittel angewendet. Dass durch das Gefrieren an sich sehr viele Keime im gefrierenden Wasser entwicklungsfähig bleiben, ist sehr wichtig zu wissen, wo es sich um Anwendung des Eises als Heilmittel, wie z. B. in Form von Eispillen handelt. Als physikalisches Agens der Sterilisation haben wir bei der Uebersicht auch der Elektricität erwähnt. Die physiologische Wirkung des elektrischen Stromes, namentlich hochgespannter Ströme auf Bacterien ist noch wenig studirt;*) wo eine sterilisirende Wirkung solcher Ströme, namentlich auch niedergespannter, jedoch sonst starker Ströme beobachtet wurde, da trat sie rascher am positiven Pole, wo sich durch die Elektrolyse Säure anhäuft, auf und man schliesst daraus, dass hier nicht die Elektricität als physikalisches, sondern die von ihr erzeugte Säure als chemisches Agens sterilisirend oder, wie man bei chemischer Sterilisation zu sagen gewöhnt ist, desinficirend wirkt. Die Erwähnung der Elektricität als Desinfectionsmittels (und es ist möglich, dass dieses Desinfectionsmittel, namentlich bei Keimfreimachung von Wasserleitungen, Canälen u. dgl., in nicht allzuferner Zukunft eine grosse Rolle spielen wird), leitet uns zu der Sterilisation durch chemische Mittel — kurzweg „Desinfection" genannt — hinüber und wir wollen uns in den folgenden Zeilen mit dieser Art der Keimfreimachung so eingehend, als es für den Mikroskopiker nöthig sein dürfte — beschäftigen.

A) b) (Sterilisation durch chemische Mittel, sogenannte Desinfection.)

Sowie die Bacterien in Bezug auf Wärme specifische Eigenschaften haben, so auch in Bezug auf die Empfindlichkeit gegen chemische Stoffe; führen wir den Vergleich weiter aus, so werden wir finden, dass dem sogenannten Temperaturoptimum auch eine gewisse Beschaffenheit des Nährbodens, eine gewisse specifische Acidität oder Alkalität desselben entspricht, mit anderen Worten: So wie jede Bacterienart unter gewissen Temperaturverhältnissen sich am Besten entwickelt, so spielt auch die chemische Beschaffenheit des Nährbodens eine begünstigende oder hemmende Rolle. Die meisten Bacterien gedeihen auf alkalischem und neutralem Nährboden; Säuren hemmen sie also in der Entwicklung; viele Bacterien aber gedeihen wieder nur auf

*) Der bekannte k. k. Regimentarzt Dr. Kowalski, stellt gegenwärtig eingehende Studien hierüber an und ist zu hoffen, dass diesem überaus geschickten Experimentator die Beantwortung vieler noch offenen Fragen auf diesem Gebiete gelingt.

sauerem Nährboden, so Typhusbacillen, Butterbacillen und Essigsäurepilze. Man sieht daraus also, dass, wenn z. B. eine Säure von gewisser Concentration schon desinficirend auf Cholerabacillen wirken wird, dieselbe die Typhusbacillen weiter vegetiren lassen kann. Sowie gewisse Wärmegrade auf die einen Bacterien schon vernichtend, auf andere dagegen sogar das Wachsthum fördernd wirken, so können auch Säuren und Alkalien als Desinfectionsmittel in den meist aus anderen Rücksichten nicht allzu concentrirt gewählten Mischungen gegen verschiedene Bacterien nicht gleich desinficirend wirken. Dies muss festgehalten werden, um zu verstehen, dass die verschiedenen Urtheile über Desinfectionsmittel mit Vorsicht aufzunehmen sind, insoferne nicht gleichzeitig berücksichtigt wird, mit welchen Bacterienarten die Versuche vorgenommen wurden, die zu jenen, sei es lobenden, sei es abfälligen Urtheilen geführt haben. — So wie es aber Wärmegrade gibt, die alle Keime tödten, so gibt es auch gewisse Concentrationsgrade der Chemicalien, die auf alle Keime, d. h. Bacterien und Sporen sicher vernichtend einwirken. Wir bemerken hier, dass die Sporen auch gegenüber chemischen Einflüssen resistenter sind, als die entwickelten Bacterienformen. Eine Lösung von 1 gr Sublimat in einem Liter Wasser vernichtet sowohl Dauerformen als Sporen aller bekannten Schizomyceten und muss daher als absolutes Desinfectionsmittel betrachtet werden. Es findet auch zur Desinfection der Finger des Bacteriologen, welche man natürlich nicht auf 100 oder 130° C. erhitzen kann — Anwendung; auch bei Besprechung der Bereitung der Nährkartoffeln haben wir des Sublimates zur Sterilmachung der äusseren Oberfläche der ungeschälten Kartoffeln Erwähnung gethan.

Andere absolute Desinfectionsmittel sind: Concentrirte Mineralsäuren, 10%ige Carbolsäure (Phenol), concentrirte Lösungen von übermangansaurem Kali u. s. w. Die verdünnteren Lösungen z. B. 5%ige Carbolsäure sind durchaus nicht absolute Desinfectionsmittel, sie haben sich aber gegen gewisse, Sepsis erzeugende Spaltpilze als entwicklungshemmend ebenso bewährt — wie das Jodoform. Der sogenannte Schwefeläther und namentlich das Chloroform sind ebenfalls treffliche Desinfectionsmittel. Ihre Anwendung in der Bacterioskopie wird erleichtert, weil sie sich durch Wärme leicht wieder austreiben lassen.

Diese chemische Sterilisation kann auch an Stelle jener durch physikalische Mittel von dem Mikroskopiker bei bacteriologischen Arbeiten angewendet werden, um Geräthe keimfrei zu machen.

Die Petri'schen Culturschalen kann man ebenso wie andere Glasgefässe mittelst Aether desinficiren, nachdem man sie mittelst Bürsten und Seifen gut gereinigt hat, indem man gewöhnlichen Schwefeläther, den man nachher einfach verdunsten lässt, nachdem man ihn durch Umschwenken mit allen Theilen des zu desinficirenden Objectes in Berührung gebracht hat, eingiesst. Sublimatlösung (1 : 500) kann denselben Zweck erfüllen, doch ist hier die Abspülung mit sterilisirtem Wasser nicht zu vermeiden, was diese Methode umständlicher macht, als jene mit Aether. Auch gestattet jene mit Aether auch Gegenstände aus Metall zu desinficiren, welche durch Sublimatlösung sehr leiden würden. Gummigeräthe (z. B. Gummikappen) dagegen, welche der Aether beschädigen würde, legt man, um sie gründlich zu desinficiren auf einen halben Tag in 1‰ Sublimatlösung, muss sie aber nachher in sterilisirtem Wasser abspülen.

Andere Beispiele von Desinfection gibt uns die chemische Sterilisation von Nährböden. Man kann nämlich dieselben, so lange sie flüssig sind, gewissen Desinfectionsmitteln aussetzen und eine gewisse Zeit z. B. einen halben Tag mit ihnen in Berührung lassen. Nachdem diese ihre Schuldigkeit gethan, kann man sie entweder durch Zusatz eines anderen chemischen Mittels neutralisiren oder ausfällen.

So kann Carbolsäure durch Chromwasser, Sublimatlösung durch Sodalösung ausgefällt werden.

Die Chlorwasserstoffsäure reicht schon in einer 0·2% enthaltenden wässerigen Lösung aus, um bei mehrstündiger Einwirkung die Bacterienkeime in den flüssig gemachten Nährböden, denen sie beigemischt wird, zu tödten. Die Chlorwasserstoffsäure kann in den Nährböden, nachdem sie ihre Schuldigkeit gethan hat,

durch vorsichtiges Zutropfen von sehr verdünnter Natronhydratlösung (1%) unter Controle durch Lackmuspapier oder Phenolphtaleïn neutralisirt, d. h. im Chlornatrium, welches in solcher Verdünnung das Wachsthum nicht merklich behindert (nach Koch muss eine Kochsalzlösung eine Concentration von 1 : 64 besitzen, um die Entwicklung von Bacteriencolonien vom Milzbrand merklich zu beeinträchtigen), übergeführt werden. Aehnlich wirkt eine einpercentige Lösung von Natronhydrat, welche ebenfalls in dem Nährboden, dem sie beigemengt wird, in einigen Stunden die Keime vernichtet und es ist einleuchtend, dass hier umgekehrt, wie im vorhergehenden Falle eine verdünnte Lösung von Acid. mur. den Nährboden nach vollzogener Desinfection durch Ueberführung des Desinfectionsmittels in eine sehr verdünnte und daher bacteriologisch indifferente Kochsalzlösung zur Weiterentwicklung von in denselben eingebrachten Keimen geeignet machen kann.

Am bequemsten zur Desinfection, d. h. zur Sterilisation von Nährböden auf chemischem Wege ist nach Dr. Schrank*) die Methode mittelst Aether sulfuricus. Der hiezu verwendete Aether soll möglichst wasserfrei und natürlich chemisch rein, d. h. nicht alkoholhältig sein. Diese Methode ist für den Mikroskopiker, der nur fallweise bacteriologische Untersuchungen vornimmt — sehr expeditiv.

Man extrahirt mittelst kalten, mit dem zehnten Gewichtstheile Aether geschüttelten Wassers den Saft von feingehacktem Muskelfleisch (auch von Fischen) oder von Thierlunge, Thierleber oder von Kartoffeln, Rüben u. s. w. oder man mischt zu Blut, Harn, Milch oder dergl. 12 Gewichtspercente Aether unter Schütteln bei, decantirt oder filtrirt diese ätherhältigen Nährsubstrate und setzt denselben nach Wahl entweder 3% Agar-Agar oder 15—20% Gelatine zu; dann bringt man die Flüssigkeiten in mit sterilisirter Watte verstopfte Kolben, stellt diese in einer mit mehr als 40° C. warmem Wasser gefüllten Schüssel unter den Recipienten einer Luftpumpe, welche der Mikroskopiker, wie wir weiter unten sehen werden, auch zur Anfertigung von Dauerpräparaten gut brauchen kann (man erhält in Lehrmittelanstalten gute Handluftpumpen mit geräumigen Recipienten schon zum Preise von 30 fl., Wasserluftpumpen noch billiger) und welche daher für ihn kein überflüssiges Geräthe ist und schafft nun mit der Luft auch den Aether aus den Nährböden in den Kölbchen durch Pumpen heraus.

Die Wattepröpfe, mittelst welcher die Kölbchen verschlossen werden, bestehen aus Bruns'scher Watte und können nachdem man sie mit ausgeglühter Pincette in die Kölbchen hineingedreht hat, durch Auftropfen von Aether steril gemacht werden.

*) Anleitung zur Ausführung bacteriologischer Untersuchungen etc. von Dr. Josef Schrank, k. k. Polizeibezirksarzt, Leiter des bacteriologischen Laboratoriums des Allg. österr. Apothekervereines in Wien etc. Wien 1894 bei Franz Deuticke, Seite 85.

B. Sterilisation durch Absonderung, resp. Zurückhaltung der Keime (Filtration).

Da die Bacterien, so klein sie sind, dennoch eine gewisse Grösse besitzen, so werden sie von Geweben oder Conglomeraten, deren Poren kleiner sind, als die gegebenen Keime, zurückgehalten. Dieses Princip findet weitgehende Anwendung beim Verschlusse von mit Nährsubstraten beschickten Gefässen mittelst Wattepfropfen, wobei die durch das Zusammendrehen des Pfropfes verfilzte Watte ein trockenes Filter bildet, in welchem sich die von der Luft getragenen Keime verfangen und dadurch verhindert werden, zu den sterilisirten Nährsubstraten zu gelangen. Wollte man dagegen die Watte als Filter für bacterienhältige Flüssigkeiten benützen, so würden die durch den Flüssigkeitsdruck erweiterten Poren nicht mehr klein genug sein, um die Bacterien zurückzuhalten.

Man benützt daher resistentere Filter, so namentlich Conglomerate von Asbest, Porzellan, Thon, plastischer Kohle, Gyps, Chamotte, Kieselguhr u. dgl. in geeigneten Apparaten als Bacterienfilter. Chamberland, Breyer, Nordtmayer, Berkefeld u. a. Gelehrte und Techniker haben derlei Filter mit oder ohne Wasserdruck oder Vacuum construirt. Da jedoch diese Apparate in der Bacteriologie nur selten und da meist nur um die Stoffwechselproducte

der Bacterien (Ptomaïne, Toxine und Enzyme) von den Bacterien abzuscheiden, was namentlich bei Gewinnung von Impfstoffen (Tuberculin) wichtig ist — benützt zu werden pflegen, so glauben wir auf die hiezu gebräuchlichen Apparate hier nicht näher eingehen zu müssen. Wir wollen nur bemerken, dass alle bisher erfundenen Filter nur in der ersten Zeit sterile Flüssigkeiten ergeben. Später wachsen die Spaltpilze durch die Poren des Filtermateriales durch und die Folge ist, dass das Filtrat schliesslich mehr Keime aufweisen kann, als das zu filtrirende Fluidum.

Mehr von Interesse, als die täglich sich mehrenden Filtersysteme ist für den praktischen Mikroskopiker die Frage, worauf bei den Filtrirapparaten überhaupt gesehen werden muss, wenn man ihre Güte vom bacteriologischen Standpunkte aus zu prüfen hat. Dr. Schrank stellt hiefür nachstehendes Frageschema auf:

1. Wie lange gibt das Filter ein absolut keimfreies Filtrat?

2. Lässt sich das Filter durch Kochen im gewöhnlichen Wasser sicher sterilisiren und wie langen Kochens bedarf es, um dasselbe keimfrei zu machen?

3. Rühren die im Filtrate vorhandenen Keime von durchwachsenden Saphrophyten her und lassen sich dieselben durch kräftiges Spülen auf ein Minimum reduciren?

4. Wie viel Filtrat liefert das Filter in der Zeiteinheit? (Leistungsfähigkeit in Bezug auf Quantität in der Minute.)

Die Fragen 1 und 2 lassen sich durch Anlage von Zählplatten (davon später), die Frage sub 3 durch mikroskopische Untersuchung von Filterparpartikeln und Impfversuche an pflanzenfressenden Thieren beantworten. **Die pflanzenfressenden Thiere (z. B. Feldmäuse) vertragen nämlich die Einverleibung saprophytischer Bacterien in ihr Blut recht gut, während, falls in dem Filter parasitische Schizomyceten vorhanden wären, diese die Gesundheit der Thiere afficiren würden.** Die Frage sub 4 lässt sich mittelst Uhr und Messgefäss mit feiner Theilung leicht lösen.

Zur directen Prüfung der Filter kann man Aufschwemmungen von Reinculturen von Milzbrand-, Cholera-, Tuberkel- und anderer pathogener Bacterien benützen, welche man filtrirt und dann im Filtrate nach den entsprechenden Bacterien mittelst Zählplatten recherchirt. Mehr als 150 Keime (per ccm) sollen nach Dr. Schrank bei keinem Bacterienfilter, welches noch diesen Namen verdienen soll, im Filtrate nachzuweisen sein.

2. Die Infection.

Die Infection, d. h. die Uebertragung des Infectionsmateriales auf den sterilisirten Nährboden behufs Cultur der im Infectionsmateriale enthaltenen Bacterien kann auf verschiedenste Weise vorgenommen werden. In der Bacteriologie haben sich aber gewisse Methoden bewährt und daher erhalten, welche meistens geübt werden, wenn es sich um Herstellung von Reinculturen handelt.

Die Infection mittelst fester Substanzen erfolgt gewöhnlich durch Platindräthe mit oder ohne Oese. Man stellt sich solche her, indem man in eine Glasstange von 4 mm Dicke, welche 20 ccm lang sein kann, einen mindestens 0·75 mm dicken oder besser noch dickeren Platindrath von 10 cm Länge auf 2 cm Tiefe im Gasgebläse einschmilzt. Lässt man den Drath wie er ist, so hat man eine Platinnadel; biegt man ösenförmig um, so hat man eine Platinöse, die, wie in dieser Arbeit oben, bei den Tinctionen, auseinandergesetzt wurde, auch zur Herstellung von Deckglas - Trockenpräparaten aus flüssigen Substraten dienen kann. Zu gewissen Zwecken benütze ich spitzgefeilte oder flachgeklopfte Platinnadeln. Vor der Infection wird eine solche Platinnadel oder Oese einfach in einer Spiritus- oder Gasflamme zum Glühen gebracht und ist dann sterilisirt; es genügt natürlich die Rothgluth.

Streicht man mit der mit Infectionsmaterial versehenen, d. h. in das Infectionsmaterial getauchten oder gestochenen Platinnadel über den sterilisirten Nährboden, der z B. in auf einem Objectträger ausgegossener und erstarrter Nährgelatine bestehen kann, hinweg, so nennt man dies Infection mittelst Strichmethode. Sticht man dagegen die inficirte Platinnadel in das Nährsubstrat ein, was namentlich bei Culturen in Kölbchen oder Eprouvetten (Reagensglas-

culturen) ausgeführt zu werden pflegt, so nennt man dies die Stichmethode. Die aus beiden Methoden entstehenden Culturen heissen dann entsprechend der Infection, durch welche sie hervorgerufen wurden, entweder Strichculturen oder Stichculturen.

Die häufigste Infectionsmethode ist die Verdünnungsmethode, welche darin besteht, dass man das Infectionsmateriale in controlirbarer Quantität in den Nährboden, der natürlich flüssig oder bei den Gelatinenährböden durch Erwärmung flüssig gemacht sein muss, einbringt, es also verdünnt. Hiezu kann man sich geaichter Pipetten oder graduirter Büretten bedienen, welche vor dem Gebrauche sterilisirt werden.

Da die Infection enge mit der Cultur zusammenhängt, so werden wir, um nicht in unnütze Wiederholungen zu verfallen, Alles, was noch über specielle Infectionsmethoden zu sagen erübrigt, bei Behandlung der Cultur behandeln. Hier wollen wir blos erwähnen, dass bei der Infection Alles vermieden werden muss, was dazu beitragen könnte, dass auf die abzuimpfende Substanz oder Cultur, oder auf den zu inficirenden Nährboden von aussen Keime gelangen, woraus keine Rein-, sondern eine Mischcultur entstehen würde. (Mischinfection.) Bei Abnehmen des Wattepropfes von dem zu inficirenden Reagensglase etc. oder von einer als Infectionsmateriale dienenden Cultur muss man also sehr vorsichtig sein und denselben mit ausgeglühter Pincette herausdrehen.

Aus gleichem Anlasse kehrt man Reagensgläser mit festem Nährboden beim Inficiren mit der Oeffnung nach unten und sticht die inficirte Nadel von unten nach oben ein, weil dabei mehr Gewähr geboten ist, dass nicht aus der Luft fremde Keime in den Stichcanal gelangen und die Reincultur stören.

Ueberhaupt ist es gut, die Infectionen behufs Sicherung vor Infection mit fremden Keimen aus der Luft in einem Glaskasten mit Schieber vorzunehmen. Man öffnet vor Benützung den Schieber, wäscht mit einem in Sublimat 1 : 1000 getauchten Schwamme die inneren Flächen des Glaskastens gut ab und schliesst den Kasten durch Herablassen des Schiebers (der gut passen muss), ab. Der Staub fällt dann im Kasten zu Boden und bleibt in Folge der Feuchtigkeit auf der Bodenplatte haften. Nach einer halben Stunde öffnet man den Schieber soweit, als genügt, um beide Hände, die man am Besten durch Aufstrecken der Aermel, Waschen mit Seife und Sublimatlösung 1 : 1000 desinficirt — in den Kasten einzuführen und die beabsichtigte Infection im Innern des Glasgehäuses zu vollziehen.

In grösseren bacteriologischen Instituten hat man zum Zwecke der Infectionsvornahme eigene Arbeitsräume adaptirt, die von den übrigen Ubicationen abgeschlossen sind und mittelst Ventilatoren, welche die Luft, bevor sie in das Infectionszimmer tritt, durch trockene Filter aus sterilisirter Watte durchsaugen und so möglichst keimfrei machen — mit frischer Luft versorgt werden. Diese Arbeitszimmer haben dann gewöhnlich einen Vorraum, in welchem sich der Bacteriologe vorerst desinficirt und geeignete sterilisirte Kleider, sowie Gummischuhe anlegt. Der vorgeschilderte Glaskasten vermag aber für unsere Zwecke diese kostspieligen und umständlichen Einrichtungen wohl für die meisten Fälle zu ersetzen. Penibelste Reinlichkeit muss man sich allerdings bei allen mikroskopischen und insbesondere bei bacteriologischen Untersuchungen angelegen sein lassen, soll nicht alle aufgewendete Mühe zu Schanden werden oder die Arbeit zu Trugschlüssen führen.

Eine besondere Sorgfalt erfordert die Vornahme der Infection, wenn es sich nicht um ein künstliches Nährsubstrat, sondern um den Körper eines lebenden Thieres als Nährboden handelt. Wird auch der praktische Mikroskopiker selten in die Lage kommen, bei bacteriologischen Untersuchungen solche von Grausamkeit nicht freizusprechende Thierversuche anzustellen, so soll der Vollständigkeit halber die Infection der lebenden Thiere nicht unbesprochen bleiben, da sie für den Forscher sehr wichtig ist. Nur jene Bacterienart kann als pathogen erklärt werden, welche im menschlichen oder thierischen Körper pathologische Veränderungen hervorruft, die einen typischen, nur gerade jener Bacterienart oder Bacteriengruppe eigenthümlichen Symptomencomplex nach

Aussen zur Erscheinung bringt (bacterielle Erkrankung).

Dabei muss sich in dem erkrankten Thierkörper eine Reincultur entwickeln, welche einem anderen geeigneten Thiere, eventuell auch dem Menschen eingeimpft, einen analogen Symtomencomplex hervorruft. Schliesslich soll die Reincultur aus dem Thierkörper als Infectionsmateriale benützt — eine Anlegung von charakteristischen Reinculturen auf geeigneten künstlichen Nährböden ermöglichen.

Nach Dr. Schrank*) umfasst daher der vollständig ausgeführte Thierversuch:

1. Die Einverleibung des betreffenden Virus in den Thierkörper (Impfung).

2. Die Uebertragung auf andere Thiere, resp. auf den Menschen (Umimpfung).

3. Anlegung von Reinculturen aus den Krankheitsproducten der geimpften oder ungeimpften Thiere.

Zur Ausführung praktischer Thier-Versuche werden wohl meist Mäuse (Haus- und Feldmäuse), Kaninchen und Meerschweinchen, seltener Hunde, Katzen und andere Hausthiere verwendet. Viele Thiere verhalten sich gegen Infectionen refractär; so erkranken, wie oben bei Besprechung der Filter gelegentlich erwähnt wurde — pflanzenfressende Thiere, z. B. Feldmäuse nicht — wenn man sie mit saprophytische Bacterien enthaltenden Flüssigkeiten impft, wohl aber fleischfressende, wie z. B. Hunde;**) die Feldmäuse scheinen also gegen die Infection mit nicht specifisch pathogenen (saprophytischen) Bacterien immun, respective refractär zu sein. Hausmäuse sind refractär gegen Rotzbacillen, nicht aber die den Hausmäusen doch nahe verwandten Feldmäuse; auch Meerschweinchen erkranken leicht an Rotz. Man wird also zu Thierversuchen mit Rotzbacillen Feldmäuse und Meerschweinchen wählen. Eine sichere Empfänglichkeit weisen auf:

Für Tuberculose: Meerschweinchen, Affen, auch Hühner.

Für Rauschbrand: Meerschweinchen.

Für malignes Oedem: Meerschweinchen.

Für Lyssa: Hunde, Katzen und Kaninchen.

Für Milzbrand: Hausmäuse; dagegen sind Ratten der weissen Species gegen Milzbrand refractär und werden, ebenso wie Frösche nach den Forschungen Petruschky's, Charin's und Roger's durch Erwärmen auf 30—35° für diese Krankheit wieder empfänglich.

Für Hühnercholera: Hühner und Kaninchen.

Für Cholera: Absolut sicher empfänglich bisher kein Thier; nach Metschnikoff's neuesten Erklärungen auf dem Budapester hygienisch-demographischen Congresse im Spätsommer 1894 soll jedoch ein specifischer Hefepilz, in den Magen der mit Cholerabacillen zu inficirenden Thiere gebracht, bewirken, dass dieselben empfänglich für die Cholerainfection werden.

Die Infection der Thiere sollte schon, abgesehen von den Gründen der Humanität, wegen der grösseren Bequemlichkeit der Ausführung an dem ruhigen Thiere, stets in der Narkose geschehen. Man bedient sich überdies in Laboratorien eigener Hälter und Operations-Tische, an welchen die Thiere durch Klemmen, Riemen u. dgl. festgehalten werden, ja die Mäuse packt man gar mittelst grosser, den Brenneisen ähnlicher Zangen (sogenannte Mäusezangen), aus polirtem Stahle an, doch dürften derlei Behelfe für den praktischen Mikroskopiker, der sich ohnedies eine gewisse Dexterität bei allen Verrichtungen angeeignet haben muss, meist entbehrlich sein, wenn er die Thiere narcotisirt, was ganz leicht ohne jedes quälende Anschnallen durch Vorhalten eines mit 1 Th. Aether und 1 Th. Chloroform getränkten Tuches an die Schnauze bei grösseren und durch Einschliessen der Thiere in einen äthergetränkte Wattastücke enthaltenden Recipienten bei kleineren Thieren ausgeführt werden kann.*)

Bezüglich der Verwahrung der Thiere ist es selbstverständlich nöthig, dieselben nach geschehener Infection zu separiren und in eigenen, mit Fress- und Trinkgefässen ausgestatteten Käfigen, bezie-

*) „Anleitung zur Ausf. bact. Unters." S. 158 u. ff.

**) Hiebei muss bemerkt werden, dass übrigens Hunde, Enten, Geier und noch andere fleischfressende Thiere gegen putride Infection durch Verfütterung verfaulter, also von saprophytischen Bacterien durchsetzter Nahrungsmittel z. B. Aas, relativ unempfänglich sind.

*) Beissende Thiere erhalten einen Maulkorb, bevor man sie narcotisirt.

hungsweise mit Zinkblechboden versehenen, leicht der Desinfection zu unterziehenden Ställen zu halten.

Die Mäuse hält man in Mäusegläsern mit Drathdeckel, an welchen man, behufs bequemer Erneuerung des Wassers, das Trinkgeschirr anbringt und mittelst einer kleinen Leiter zugänglich macht. Solche Mäusegläser mit Bajonettverschluss erhält man für billiges Geld bei Lenoir & Forster IX., Garnisongasse 7 und bei Rud. Siebert, VIII, Alserstrasse 18, woselbst auch die Mäusezangen und die bekannten Kochschen und Pravaz'schen Subcutanspritzen, sowie Platinnadeln u. dgl. zu haben sind.

Lebende Thiere werden nach folgenden, von Dr. Schrank in seinem nicht genug anzuempfehlenden Werke „Anleitung zur Ausführung bacteriologischer Untersuchungen zum Gebrauche für Aerzte, Thierärzte, Nahrungsmittel-, Agricultur- und Gährungschemiker, Apotheker und Bautechniker“ zusammengestellten Methoden inficirt:

1. Durch die cutane Impfung; dabei wird mittelst der Lancette die Epidermis weggeschabt, oder es werden seichte Schnitte, die nicht bluten sollen, in die Haut gemacht und das Impfmaterial mittelst der Platinnadel eingestrichen.

2. Durch die subcutane Impfung; dabei macht man einen Schnitt durch die Haut und bringt mit der Platinöse das Infectionsmaterial in die so gebildete Hauttasche. Die Mäuse besitzen schon eine solche natürliche Hauttasche an der Insertionsstelle des Schwanzes am Rücken.

3. Die subcutane Injection. Mittelst irgend einer Injectionsspritze wird eine abgemessene Menge verdünnten resp. aufgeschwemmten Infectionsmateriales oder Blutes von schon inficirten Thieren unter die Haut eingespritzt, wie wenn man eine Morphiuminjection machen würde.

4. Durch die intravenöse Injection. Dabei wird eine grössere Vene blosgelegt (so bei Kaninchen die Ohrvene, bei kleineren Thieren die Vena jugularis) und die Canüle der Injectionsspritze eingestochen. Weitere Infectionsarten sind:

5. Die Injection in die vordere Augenkammer. Das Auge wird cocainisirt, ein Lidhalter eingelegt, der Augapfel mittelst einer Häckchenpincette fixirt und die Canüle an der Grenze zwischen Cornea und Sklera eingestochen. Diese Methode soll bei langsam wachseuden Bacterien eine beständige Beobachtung der pathalogischen Veränderungen am Auge ermöglichen.

6. Die intraperitoneale Injection. Für gewöhnliche Zwecke genügt eine Morphiumspritze, deren Canüle in eine Bauchfalte sammt dem Peritoneum, welche ein Assistent in die Höhe hebt und hält, eingestossen wird. Nur Meerschweinchen halten diesen Eingriff aus, ohne an Bauchfellentzündung zu Grund zu gehen, weshalb man zu diesem grausamen Versuche meist nur Meerschweinchen benützt.

7. Die Infection durch Inhalation. Bei dieser Infectionsart werden die Versuchsthiere gezwungen, zerstäubtes, flüssiges oder festes Infectionsmateriale einzuathmen. Im Principe bestehen die für die Inhalation von Bacterien construirten Apparate aus einem Käfige, in welchem die Versuchsthiere internirt werden und in den ein Rohr mündet, von welchem aus mittelst eines Gebläses der durch einen Spray in kleinste in der Luft suspendirte Partikelchen zerstäubte flüssige Infectionsstoff herausgeblasen oder aber der staubförmige aufgewirbelt wird. In Dr. Schrank's Anleitung etc. finden sich 2 solche Apparate von Buchner beschrieben und abgebildet. (S. 165).

8. Die Infection durch Fütterung. Will man diese ausführen, so kann man den Infectionsstoff in ausgehöhlte Kartoffeln bringen. Kaum mehr als „Fütterung“ zu bezeichnen sind die Einspritzungen von Infectionsflüssigkeiten durch eine eigens angelegte Magen- oder Darmfistel oder gar durch Eröffnung der Bauchhöhle (Laparatomie), um die Infectionsflüssigkeit gleich in das Duodenum zu bringen, wie es Nicati und Rietsch thaten.

Koch hat, um die Choleraculturen, die er Thieren eingab — nicht der Einwirkung des saueren Magensaftes auszusetzen, mittelst einer Sonde den Ver-

suchsthieren 5 ccm einer kohlensaueren Natronlösung injicirt, dann das Thier mit 1 gr Opium auf je 200 gr Körpergewicht narcotisirt und schliesslich erst die Aufschwemmung der Bouilloncultur eingespritzt, doch kann man, wie erwähnt, den Thierversuch bei Cholera nicht als zweifellos gelungen betrachten.

9. Die intrakranielle Infection. Dem Versuchsthiere wird der Schädel durch Trepaniren eröffnet, die Dura mater gespalten, der Infectionsstoff auf die blosgelegte Hirnfläche so schonend als nur möglich aufgestrichen und die Wunde aseptisch vor äusserer Infection geschützt. Wir fügen hier noch als zehnte Infectionsart die an den verschiedensten Körperstellen ausführbare Infection durch Einziehen eines inficirten Seidenfadens mittelst Nadel an. Bei allen diesen operativen Eingriffen müssen natürlich die Hände mit warmem Wasser und Seife unter Zuhilfenahme einer Nagelbürste gereinigt, dann eine Minute lang in 80procentigen Alkohol getaucht und schliesslich mit $^1/_2$percentiger Sublimatlösung gut desinficirt werden.

Auch müssen jene Hautstellen, an denen am Thiere der operative Eingriff erfolgt (das Operationsfeld) so weit als thunlich, von den Haaren oder Federn befreit, dann mit Aether entfettet und schliesslich mit $^1/_2$procentiger Sublimatlösung desinficirt werden. Die Instrumente werden am leichtesten nach der Methode des Dr. Schimmelbusch durch 10 Minuten langes Kochen in einer Lösung von Soda in Wasser 1 : 100 desinficirt, zur Abkühlung in eine Schale, welche mit dreipercentiger Carbollösung gefüllt ist, gebracht und können dann nach Abtropfenlassen sofort benützt werden.

Da man aus dem inficirten Thiere, welches meist, falls es nicht refractär ist, im Zeitraume von einigen Tagen bis zu mehreren Monaten an der Infection zu Grunde geht — theils Infectionsstoff zur Umimpfung, theils Deckglas- und Schnittpräparate herstellen muss, so ist es nothwendig, dass der Cadaver unter aseptischen Cautelen eröffnet wird.

Zu diesem Behufe werden die Cadaver der Säugethiere und Amphibien vor der Section in 1%ige Sublimatlösung getaucht, die überschüssige Flüssigkeit mittelst Filtrirpapier abgesaugt, der Körper in der Rückenlage mit vier Stecknadeln oder bei grösseren Thieren mit Nägeln auf einem Brette von entsprechender Grösse fixirt und mit einer (wie oben beschrieben) desinficirten anatomischen Scheere durch einen Längsschnitt welcher die Brust- und Bauchdecke spaltet, eröffnet. Die Hautdecken werden nun rechts und links zurückgeschlagen und mit der Scheere unter Zuhilfenahme sterilisirter Pincetten die Bauchhöhle eröffnet, worauf die Eingeweide hervortreten. Mit einer anderen sterilisirten Scheere wird die Brusthöhle aufgeschnitten und mit einer dritten Scheere in das Herz eingestochen, wobei Blut hervorquillt, welches man mittelst einer Platinöse oder einer Capillarpipette auffangen und nun entweder zur Umimpfung oder zur Herstellung von künstlichen Reinculturen auf Nährböden oder endlich und das ist für den praktischen Mikroskopiker das Wichtigste, zur directen mikroskopischen Untersuchung im hängenden Tropfen der feuchten Kammer oder zu Deckglastrockenpräparaten benützen kann. Um aus Organstücken reinen Infectionsstoff zu gewinnen, d. h. um Mischinfectionen möglichst zu vermeiden, ist es gut, die ganzen Organe in Sublimatlösung 1 : 1000 abzuspülen und dann erst mit sterilisirten Instrumenten frische Schnittflächen zu schaffen. Uebrigens gelingt es bei allen Vorsichten oft nicht, bei der Umimpfung mit dem Gewebssafte des primär inficirten Versuchsthieres eine Misch-Infection zu vermeiden — und es gelingt eine Reincultur oft erst dann, nachdem man das Infectionsmateriale auf eine ganze Reihe von Versuchsthieren umgeimpft hat. Dies ist namentlich beim Cultiviren des Bacillus oedematis maligni der Fall. Nachdem wir hier die Infection besprochen haben, müssen wir nachdrücklich davor warnen, mit Hautwunden an den Händen derlei Infectionen mit für den Menschen pathogenen Bacillen vorzunehmen, da man sich dabei, namentlich bei Rotz und Milzbrand, einer Lebensgefahr aussetzt, deren im Eifer wissenschaftlicher Arbeit oft nicht geachtet wird. Bei den Sectionen muss übrigens auch

schon des Leichengiftes wegen mit grösster Vorsicht vorgegangen werden und es sind bei derlei Arbeiten Handschuhe aus Kautschuk, die noch den Vortheil haben, dass sie sich viel energischer desinficiren lassen, als die gegen concentrirte Desinfectionsstoffe empfindlicheren menschlichen Hände, zu empfehlen. Dieselben können durch Lenoir & Forster in Wien nach Mass über Bestellung bezogen werden.

Was uns noch bezüglich der Infection, namentlich bezüglich jener durch Verdünnung übrig blieb, wird, da es mit der Cultur enge zusammenhängt, im nächsten Absatze an passender Stelle behandelt werden.

3. Die Cultur.

Wir haben im Vorhergehenden die Art und Weise beschrieben, wie die Infection vorgenommen werden muss, sei es an todten oder lebenden Nährböden; nur die Infection durch die sogenannte Verdünnungsmethode, welche sich sowohl an flüssigen, als an festen, jedoch verflüssigbaren Nährböden prakticiren lässt, sparten wir uns auf, bis wir die Anlage einer Reincultur im Ganzen besprechen werden.

Die Vorrichtungen und Handgriffe bei der Anlage von Reinculturen sind verschiedene, je nachdem es sich um flüssige oder feste Nährböden handelt, welch' letztere die in der bacteriologischen Praxis fast ausschliesslich verwendeten Nährsubstrate sind, während die ersteren dem Mikroskopiker die Möglichkeit bieten, im hängenden Tropfen der feuchten Kammer Bacterienculturen anzulegen und sonach für uns ein gewisses Interesse darbieten. Es wurden daher in diesem Leitfaden beide Arten von Nährböden in ihren wichtigsten Repräsentanten behandelt und auch beschrieben, wie selbe sterilisirt werden; es erübrigt uns hier also, bevor wir auf die beispielsweise Besprechung der Anlage von Reinculturen zu diagnostischen Zwecken, das eigentlich vor Augen gehaltene Ziel unseres bacteriologischen Abschnittes in diesem Leitfaden, eingehen, noch einige Apparate zu beschreiben, welche entweder allen Culturmethoden dienen oder bestimmt sind, gewisse Züchtungsverfahren, so etwa die Züchtung der anaëroben Bacterien zu ermöglichen. Wir besprechen im Folgenden zunächst die allen Culturmethoden dienenden Apparate zur Regelung der Temperatur.

Allen Culturverfahren gemeinsam sind gewisse Temperaturen, die geschaffen werden müssen, ob es sich nun um Culturen mit Hilfe flüssiger oder fester Nährböden handelt und ob diese mit Ausschluss oder unter Zutritt der atmospärischen Luft angelegt werden. Oben haben wir ja gesehen, dass jede Bacterienart ihr specifisches Temperaturoptimum hat und es wurde gleich darauf hingewiesen, dass, wenn es sich um Bacterienculturen im hängenden Tropfen handelt, diese Temperatur durch einen heizbaren Objecttisch, von welchem Hilfsapparate ebenfalls oben bereits die Rede war, erzielt werden kann. Hier wollen wir gleich erwähnen, dass man für die bacteriologischen Zwecke eigene Wärmekästen für die Mikroskope construirt hat, in welche man die Mikroskope als Ganzes sammt den in feuchten Kammern oder auf Objectträgern befindlichen, zu beobachtenden Bacterienculturen hineinstellt, so dass blos der Tubus zum Hineinsehen, die Spiegelaxe zum Beleuchten und die Mikrometerschraube zum Einstellen herausragen. Die metallenen Wände des Wärmekastens sind doppelt, aussen mit Filz verkleidet (Filz ist ein schlechter Wärmeleiter, ebenso Asbest, welch' letzterer oft statt des Filzes genommen wird), vorne zum Lichteinlass ausgeschnitten und durch Spiegelglasplatten ersetzt.

Der Zwischenraum zwischen den Wänden ist mit Wasser gefüllt und wird dieses Wasser durch einen sogenannten Thermoregulator bei einer constanten Temperatur erhalten, welche stets höher sein muss, als die gewünschte auf dem Objecttische des Mikroskopes, da sie nach dem Innern des Kastens zu natürlich abnimmt. Es ist deshalb gut, wenn in der feuchten Kammer am Mikroskoptische, etwa in der Luftrinne derselben eine röhrenförmige, gebogene Thermometerkugel untergebracht ist, welche eine Quecksilberader zu einer innerhalb der Glaswand angebrachten kleinen Scala entsendet, an der man dann die Temperatur im Inneren der feuchten Kammer ablesen kann. Im Wasser zwischen

den Wänden ist auch ein Thermometer angebracht, ähnlich wie in den von den Chemikern benützten „Trockenschränken." Oben, wo Tubus und Mikrometerschraube herausragen, ist eine Kautschukdeckplatte angebracht. Unter dem Kasten brennt seitlich eine mit dem Thermoregulator versehene Gasflamme. Der Thermoregulator regulirt eben die Wärmekraft der Flamme, welche ihrerseits das Wasser zwischen den Wänden in constanter Temperatur erhält.

Derlei Vorrichtungen, wie der vorbeschriebene Wärmeschrank, dienen in der Bacteriologie überhaupt zur Anlage von Reinculturen von Schizomyceten und werden „Thermostaten", „Brutschränke", „Vegetationskästen" genannt. Alle, ihre Construction mag noch so sehr in den Details abweichen, bestehen 1. aus einem Kasten oder sonstigen Behälter, welcher aus mit schlechten Wärmeleitern bekleideten Metallplatten zusammengefügt ist, so dass doppelte Wände zur Aufnahme des Heizwassers entstehen und 2. aus einer durch die Wärmeänderung automatisch in Thätigkeit gesetzten Vorrichtung zur Regulirung der Temperatur des Heizwassers. Diese Regulirung erfolgt bei allen mit Gasbrennern geheizten Thermostaten durch eine in die Gasleitung, welche den Brenner versorgt, eingeschaltete Querschnitt-Verengung, welche irgendwie durch erhöhte Erwärmung des Thermostaten gedrosselt (d. h. mehr geschlossen) und bei fallender Temperatur wieder mehr geöffnet wird; bei den sehr selten angewendeten, jedoch für Forscher, welche in sehr kleinen Ortschaften ohne Gasleitung zu arbeiten gezwungen sind, sehr wichtigen, vom Mechaniker Joh. Greiner in München construirten Thermostaten mit Spirituslampen geschieht die Wärmeregulirung entweder durch Zu- und Abfluss von kaltem Wasser, welcher durch eine Quecksilbersäule, die ihrerseits von dem Wärmezustand im Thermostaten beeinflusst wird, oder durch einen elektromagnetischen Apparat, welcher, durch Quecksilbercontact in Thätigkeit gesetzt wird, einen Metallkörper zwischen Spirituslampe und Thermostaten - Platten ein- oder ausschaltet, sobald das den Contact bildende Quecksilber durch die Wärme ausgedehnt oder durch die Kälte zusammengezogen wird.

Wir wollen hier zuerst die am häufigsten angewendeten Thermostaten mit Gasheizung betrachten, und zwar zuerst deren obenerwähnte Bestandtheile und dann dieselben in ihrem Zusammenwirken. Natürlich können wir in diesem Leitfaden blos die in Oesterreich gebräuchlichsten Constructionen beschreiben.

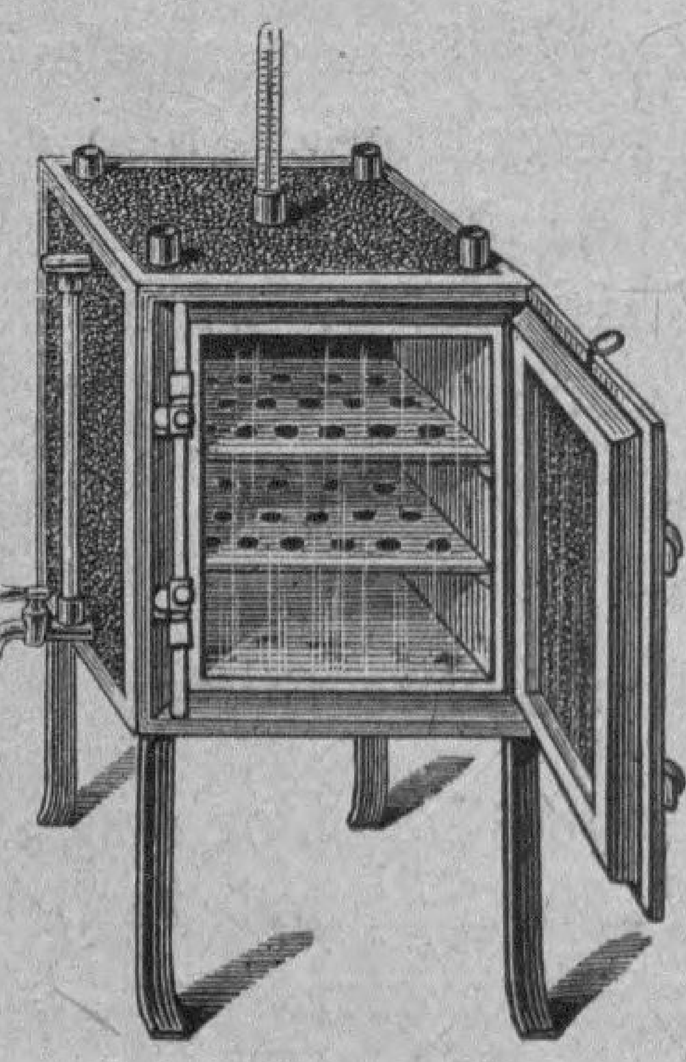


Fig. 131.

Fig. 131 zeigt uns einen Thermostaten aus dem Magazin der den Fachgenossen bekannten Wiener Firma R. Siebert (VIII., Alserstrasse 19), welcher einen Cubus von 25 cm innerer Lichte darstellt und innen aus Kupferblech, aussen aus verbleitem Stahlblech mit Holz- oder Linoleumverkleidung gefertigt ist. Der Apparat besitzt einen Wasserstandszeiger für das zwischen den Doppelwandungen enthaltene Wärmewasser. Oben sind fünf Tuben angebracht, welche theils zur Aufnahme von Thermometern theils zur Füllung mit Wasser und zur Aufnahme eines Thermoregulators dienen und von denen auf unserer Zeichnung blos der mittlere Tubulus mit einem Thermometer adjustirt ist. Unter den Vierfuss, auf welchem der Thermostat steht, wird ein Bunsenbrenner gestellt, in dessen Leitung ein Thermo-Regulator eingeschaltet ist.

Wir erwähnen, dass ähnliche Thermo-Regulatoren schon vor dem Zeitpunkt, in welchem die Bacteriologie eine eigene Wissenschaft wurde — zum Zwecke der künstlichen Bebrütung der Hühnereier in embryologischen Instituten angewendet worden sind. Dieselben sollen vom Gasdrucke, der sich ja bekanntlich Abends hebt — gänzlich unabhängig sein, eine Anforderung, welche die Regulatoren in den seltensten Fällen erfüllen, so dass

nebst den Thermo-Regulatoren auch noch gewöhnliche Gasdruck-Regulatoren in die Gasleitung v o r dem Thermo-Regulator eingeschaltet zu werden pflegen.

Solche Gas-Regulatoren sind in den meisten Gasinstallations-Geschäften zu haben und wäre bei deren vielfachen Constructionsarten, ihre Beschreibung hier nicht am Platze. — Aber nicht nur der Gasdruck, auch der Barometerstand (Luftdruck) beeinflusst die Wirksamkeit der Thermo-Regulatoren, doch ist diese Beeinflussung gering und dürfte in den meisten Fällen bei Bacteriencultur-Versuchen nicht allzusehr in die Wagschale fallen.

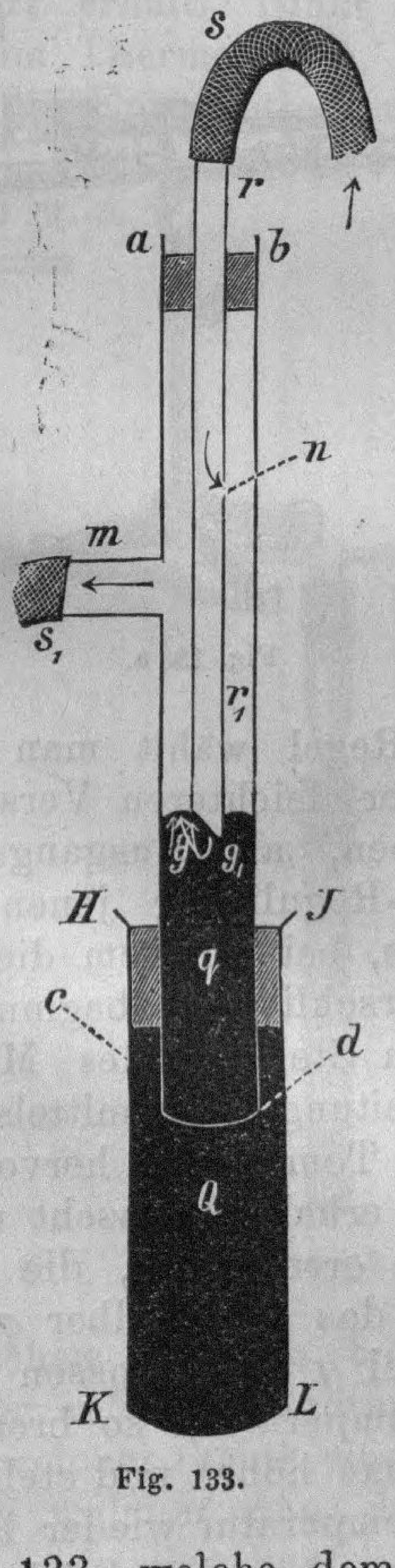


Fig. 133.

In Fig. 133, welche dem trefflichen Buche Professor Sigmund E x n e r's: „Leitfaden bei der mikroskopischen Untersuchung thierischer Gewebe" (Leipzig, Verlag von Wilh. E n g e l m a n n 1878) entnommen ist, wollen wir einen derartigen Thermoregulator betrachten, der, wie die meisten derartigen Apparate, durch Quecksilberausdehnung wirkt und den grossen Vortheil hat, dass man sich ihn selbst herstellen kann, wenn man über einen Blasapparat zum Anfertigen kleiner Glasgeräthe verfügt. *a b c d* ist ein *t*-förmiges Glasrohr mit dem Ansatze *m*, welcher Ansatz es eben erst zum *t*-Rohre macht. *H J K L* ist eine Eprouvette, welche oben mit einem Pfropf verschlossen ist, durch welche der eine Arm des *t*-Rohres *a b c d* durchgesteckt ist.

In *a b c d* ist oben wieder ein Pfropf, in dessen Bohrung ein dünnes Glasrohr dicht eingesetzt ist. Dieses Glasrohr *r*-*r*, ist unten bei *g* schief abgeschliffen und trägt beiläufig in der Mitte eine feine Oeffnung bei *n*, welche man am besten mit einer mit Terpentinöl befeuchteten dreikantigen Feile ausschleift. Das Glasgefäss *K J K L* ist bei *Q* mit Quecksilber vollgefüllt, so dass das Quecksilber schon bei Zimmertemperatur, wie bei *q* ersichtlich, in die *t*-Röhre *a b c d* reicht und mit seiner Kuppe unter, aber doch nahe der durch das Schiefschleifen des Endes der Glasröhre *v*—*r*, entstandenen Spitze *g* steht. Man denke sich nun die Eprouvette *H J K L* in eine der Tuben des Thermostaten eingesetzt und durch den Schlauch *s* mit der Gasleitung und durch den Schlauch *s*,, welcher an dem Ansatze *m* angebracht ist, mit einem kleinen Bunsenbrenner verbunden, welcher unter dem Vierfusse des Thermostaten (Fig. 132) brennt und denke sich weiters durch Stellen des Gashahnes die Höhe des Bunsenbrenners so regulirt, dass die Temperatur im Wasser zwischen den Wänden des Thermostaten 38° C. beträgt, falls die Quecksilberkuppe bei *g* (Fig. 133) die elliptische Oeffnung der Glasröhre *r*—*r*, zu verschliessen beginnt. Wenn nun durch Ansammlung der Wärme im Wasser, oder durch Steigerung des Gasdruckes, oder durch sonstige Einflüsse die Temperatur des Wassers im Thermostaten 38° C. übersteigt, so wird das Quecksilber *Q* und *q* sich ausdehnen und die schiefe (elliptische) Oeffnung des Glasröhrchens *r*—*r*, noch mehr verschliessen, so dass weniger Gas durch *s* und *r r*, bei *g* zu *m* und von da durch *s*, zum Bunsenbrenner gelangt. Dieser wird daher niedriger brennen und in Folge dessen die Temperatur im Thermostaten wieder sinken, vielleicht unter 38° C. fallen. So wie dies geschieht, zieht

sich aber das Quecksilber in Q zusammen, der Spiegel $g—g_1$ sinkt und es kann bei g wieder mehr Gas austreten, weshalb der Brenner wieder höher brennt. Dieses Spiel wiederholt sich bei jedem Temperaturwechsel, wodurch es möglich ist, die Wärme des Wassers zwischen den Thermostatenwänden und daher auch jene (etwas niederere) im Thermostaten selbst ziemlich constant zu erhalten. Reguliren lässt sich der beabsichtigte Wärmegrad durch Höher- oder Tieferstellen der Rohre $r—r_1$ (Verschieben im Korke), durch Nachfüllen oder Wegnehmen von Quecksilber, Verstellen des Hahnes der Gasleitung vor s u. s. w., Dinge, die sich nur durch Selbstprobiren erlernen lassen. Um bei plötzlichen starken Wärmeänderungen (welche auch durch äussere Einflüsse auf den Thermostaten, z. B. Bescheinen durch die Sonne, Eintreten und Verweilen vieler Personen in dem selbstredend bezüglich der Heizung im Winter stets möglichst gleichmässig, z. B. auf 14° C. temperirten Raume, in welchem der Thermostat steht, hervorgerufen werden können) ein Verlöschen der Flamme zu vermeiden, welches ja eintreten müsste, wenn die Quecksilberkuppe die Oeffnung bei g in Folge plötzlichen starken Steigens der Temperatur ganz verschliesst, muss man dem Gase einen Weg neben dem Regulator zum Brenner bahnen, welcher gerade weit genug ist, um das gänzliche Verlöschen zu verhindern. Dies geschieht in dem in Fig. 133 abgebildeten Regulator durch die vorerwähnte ganz feine, in die Glasröhre $r—r_1$ eingeschliffene Oeffnung n, durch welche, auch wenn bei g die Gascommunication ganz versperrt wird, noch Gas genug zum Schlauche s_1 und von da zum Bunsenbrenner gelangt, um diesen nicht verlöschen zu lassen, was, abgesehen von den schädlichen Folgen für die Cultur, auch Gasausströmung im Laboratorium und schwere Unglücksfälle nach sich ziehen könnte.

Bei grösseren Thermostaten bringt man deshalb neben dem regulirten Brenner und knapp an diesem einen kleinen Brenner an, dessen Flämmchen zwar auch bei niederstem Gasdrucke brennt, aber nicht im Stande ist, an und für sich die Temperatur im Thermostaten wesentlich zu beeinflussen. Der Regulator erhält auch dann keine Nothöffnung n im Röhrchen $r—r_1$. Löscht die regulirte Flamme aus, so brennt doch die Nothflamme und kommt dann durch die sinkende Temperatur wieder Gas zum regulirten Brenner, so entzündet es sich daher an dem Nothflämmchen.

Eine von Prof. Koch und Pfeil construirte Gaslampe mit selbstthätigem Gasverschluss, welche die vorerwähnten Gefahren einer Gasausströmung sogar für den Fall des Erlöschens der Lampe trotz Nothöffnung und Nothflamme beseitigt, zeigt Fig. 133 a in der Ausführung von R. Siebert.

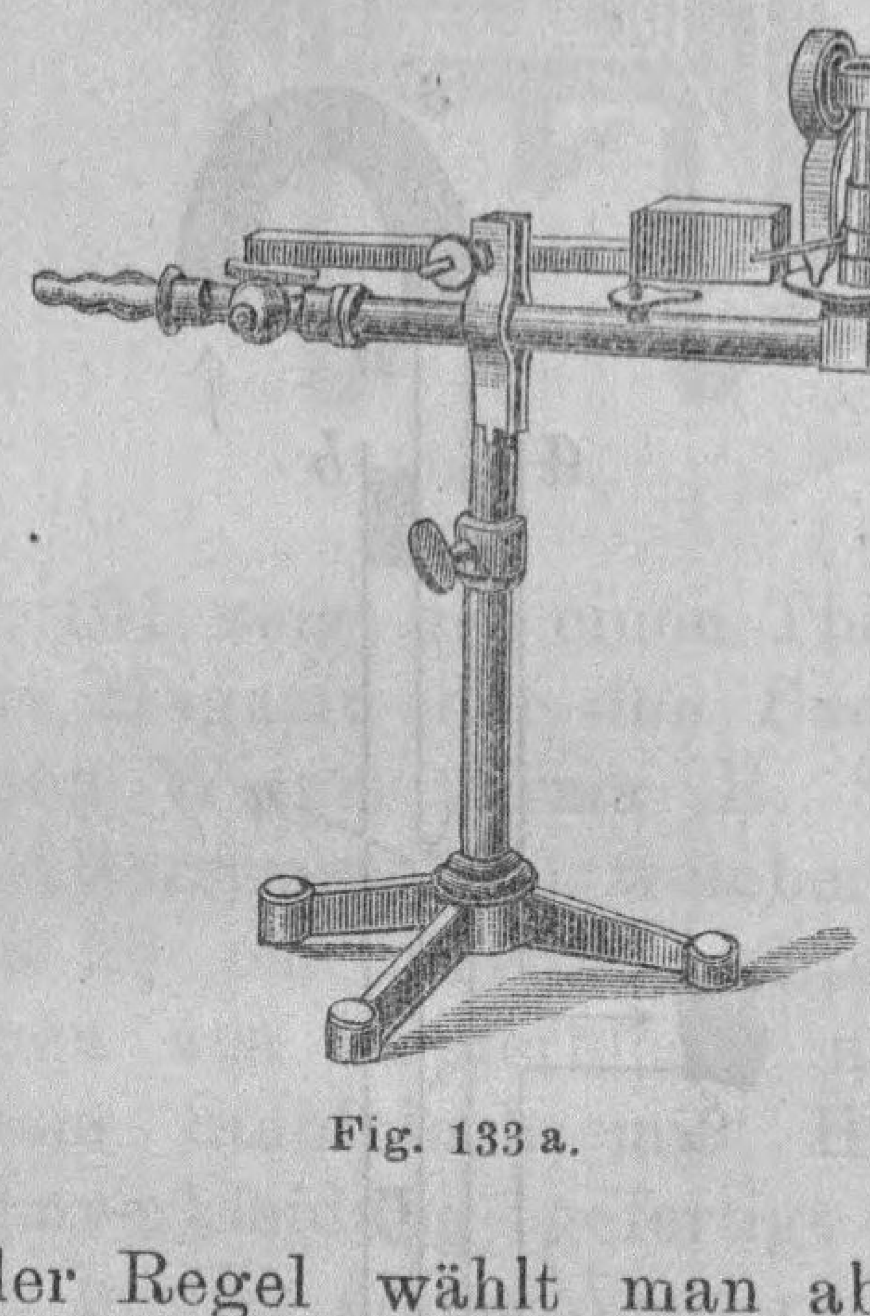


Fig. 133 a.

In der Regel wählt man aber nicht, wie wir der leichteren Verständlichkeit gethan haben, als Ausgangspunkt der Temperatur-Regulirung jenen Stand des Quecksilbers, bei welchem die Röhre rr_1 sich zu verschliessen beginnt, sondern bringt durch Stellung des Metallhahnes an der Gasleitung schon mittelst der Nothflamme jene Temperatur hervor, die man constant zu erhalten wünscht und taucht, sobald diese erreicht ist, die Röhre rr_1 so tief in das Quecksilber q, dass die Oeffnung bei g verschlossen ist. Sinkt dann die Temperatur, so brennt die regulirte Flamme höher und stellt die Constanz der Temperatur wieder her u. s. w.

Auf dem eben beschriebenen Principe beruht Schenk's vortrefflicher Thermoregulator, welchen wir in der praktischen und leicht zerlegbaren Form, wie ihn Siebert, mit Quecksilber gefüllt, für 2 fl. 50 kr. liefert — in Fig. 134 b abbilden. Anstatt einer t-förmigen Abzweigung ist der Stoppel im oberen trichter-

förmigen Glasgefässe doppelt durchbohrt. Rechts tritt das Gas durch ein unten schief abgeschnittenes Röhrchen ein und links durch ein zweites im Korke steckendes Röhrchen in der Richtung zum Bunsenbrenner aus. Eingestellt wird der Schenksche Thermoregulator in der Weise, dass das unten schief abgeschnittene, in Figur 134 b rechts oben ersichtliche Eintrittsrohr des Gases, welches auch die kleine Oeffnung *n* (Fig. 133) erhalten kann — in die Quecksilberkuppe bis zum vollständigen Verschlusse der elliptischen Oeffnung (aber auch nicht mehr!) eingetaucht wird, so dass dann der Brenner nur durch die vorbesprochene Nothöffnung Gas zugeführt erhält. Sinkt dann die Temperatur im Thermostaten, in dessen Heizwasser die Eprouvette (mit Quecksilber gefüllt) steckt, so strömt wieder mehr Gas zu u. s. w.

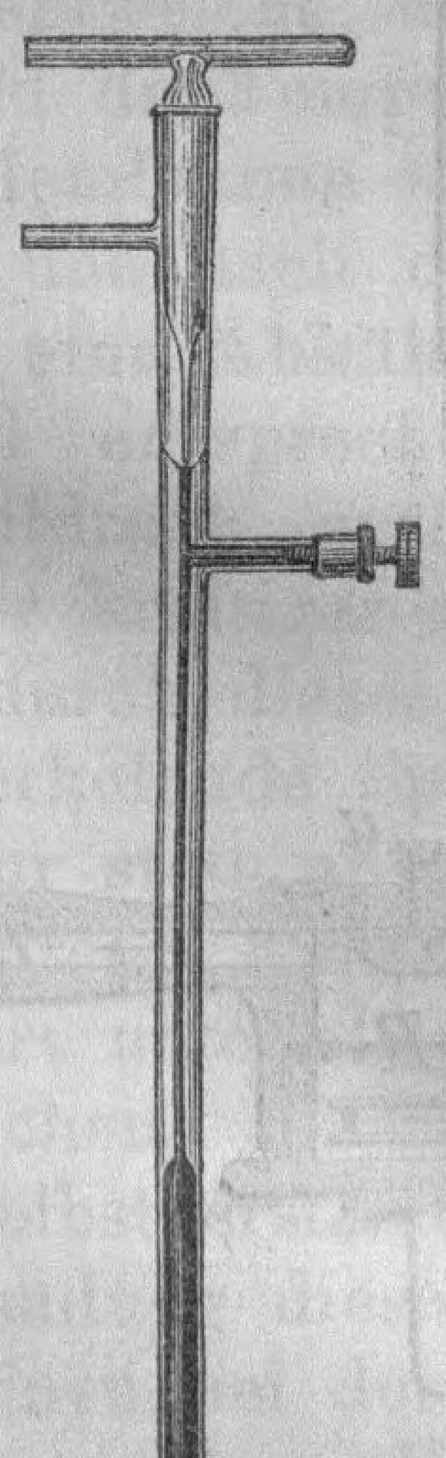


Fig. 134 a.

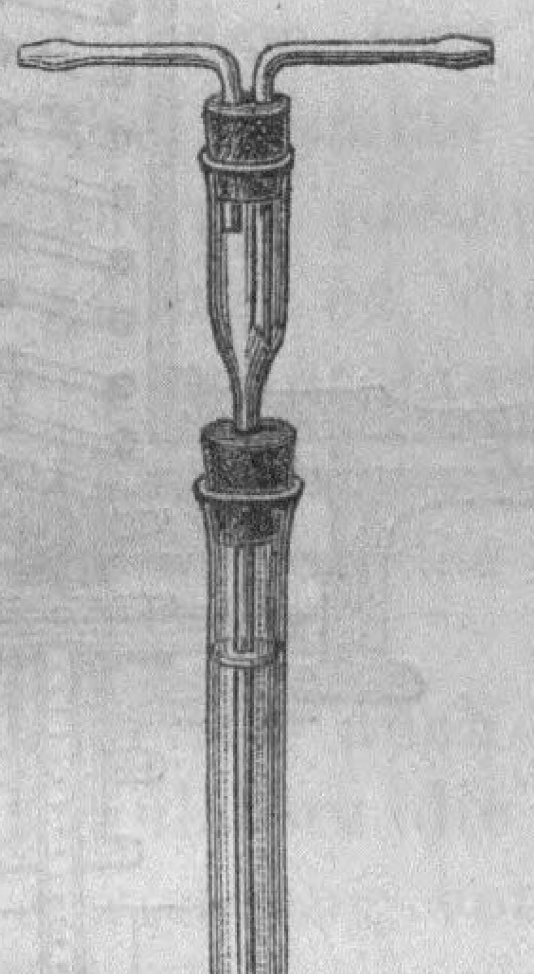


Fig. 134 b.

Auf ähnlichem Principe beruht R e i c h e r t's sehr beliebter Thermoregulator (Fig. 134a), welcher rechts eine Schraube trägt, mittelst welcher man das Quecksilber-Niveau verstellen kann, also keine Röhre zu schieben braucht.

A l t m a n n's Regulator lässt sich leicht verstehen, wenn man sich in Schenk's Regulator, Fig. 134 b, über dem Quecksilber in der Epouvette 3 cm hoch ein Gemisch von Alkohol und Aether aufgegossen denkt, dessen Dämpfe je nach dem Wärmegrad auf das Quecksilber drücken und es in einer Steigröhre heben, anstatt, dass wie bei Schenk's Regulator, dies durch die Ausdehnung des Quecksilbers selbst besorgt wird.

S o x h l e t hat einen Thermoregulator construirt, welcher ziemlich complicirt, ebenfalls mit Alkohol, Aether und Quecksilber gefüllt ist und gänzlich unabhängig vom Barometerstande arbeiten soll. Dessen Inbetriebsetzung ist sehr schwierig und glauben wir uns dessen Beschreibung in diesem Leitfaden ersparen zu dürfen. Wer sich über denselben zu informiren wünscht, findet ihn in Dr. Schrank's Anleitung zur Ausführung bacteriologischer Untersuchungen, S. 123 beschrieben und S. 122 abgebildet.

Auch auf die elektromagnetischen Thermoregulatoren, welche wegen ihrer Complicirtheit selten angewendet zu werden pflegen, soll hier nicht näher eingegangen werden; bemerken wollen wir bloss, dass es solche auch für Gasbrenner und nicht nur, wie oben erwähnt, für Spirituslampen gibt.

Vorzügliche Thermoregulatoren ohne Anwendung von Quecksilber oder ähnlichen temperaturempfindlichen Flüssig-

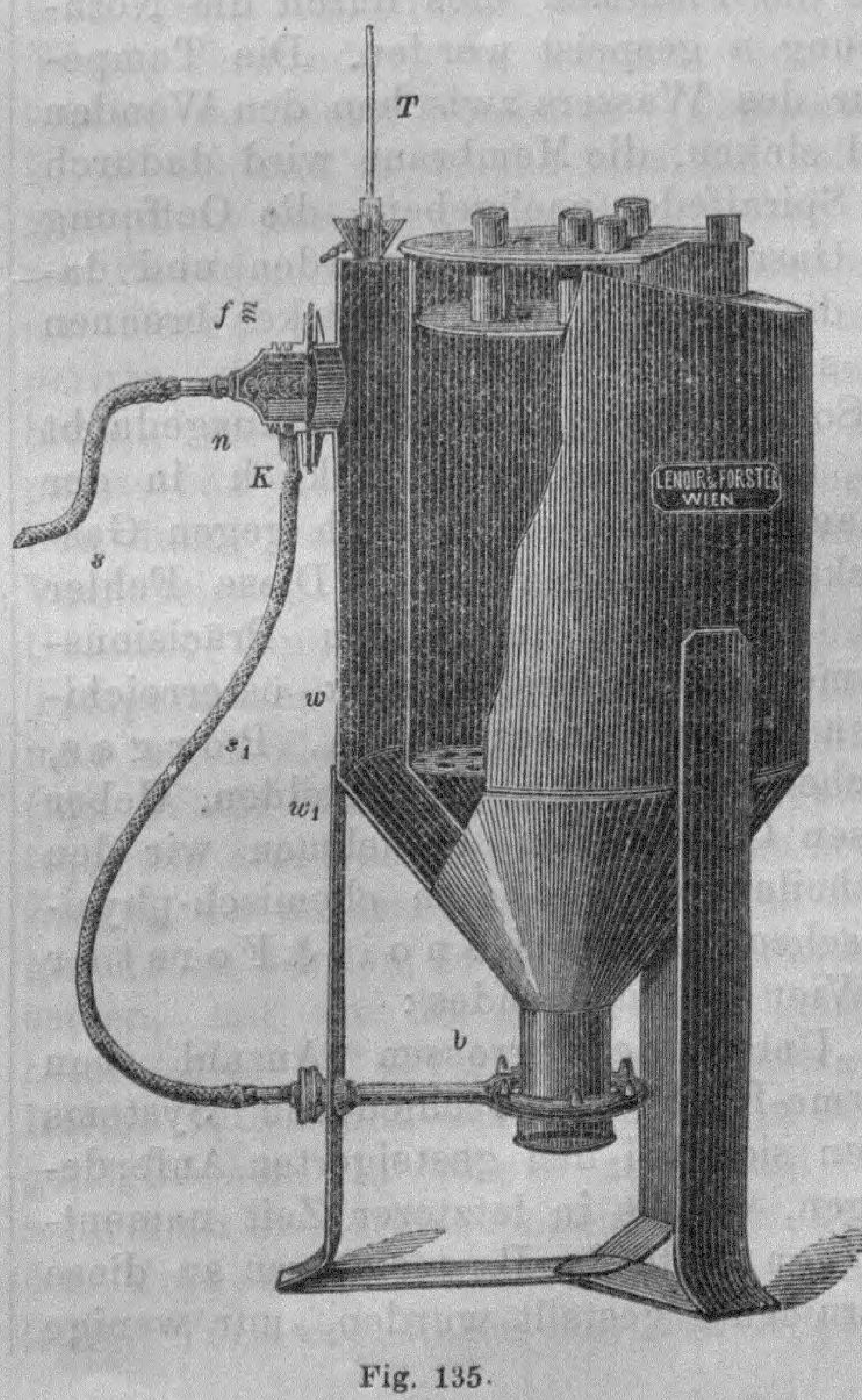


Fig. 135.

keiten sind die sogenannten Membranregulatoren, wie jene von Rohrbeck, Müncke u. A., insbesondere aber der von d'Arsonval, welchen der genannte Forscher an seinem cylindrischen Thermostaten angebracht hat. Fig. 135 zeigt den mit dem Membranregulator adjustirten Apparat. Bei *s* tritt das Gas in den Membranregulator ein, bei s_1 geht es zu dem ringförmigen, mehrflammigen Brenner *b*. Zwischen den Wänden $w—w_1$ wird gekochtes Wasser eingefüllt, welches an der Membrane *m* (Gummi, neuestens gewelltes Metallblech) anliegt und auf diese einen Seitendruck ausübt. Diesem Drucke wirkt eine Feder *f*, die um das Gasrohr, welches bis zur Membrane reicht, spiralig gewickelt ist, entgegen.

Erwähntes Gasrohr hat eine kleine Nothöffnung *n* zwischen den Windungen der Spiralfeder *f*. Das Gasrohr wird durch Schrauben an der Kapsel *K* zuerst von der Membrane entfernt, dann werden die Flammen angezündet und so das Wasser in den Wandungen bis zur gewünschten Temperatur, welche ein Thermometer *T* anzeigt, erwärmt. Dann schraubt man das Gasrohr wieder so nahe an die Membrane, dass letztere ersteres verschliesst, so dass die Flammen blos durch die Nothöffnung *n* gespeist werden. Die Temperatur des Wassers zwischen den Wänden wird sinken, die Membrane wird dadurch der Spiralfeder nachgeben, die Oeffnung des Gasrohres wird frei werden und daher die Flamme wieder stärker brennen und so fort.

So gut diese Regulatoren ausgedacht sind, sollen selbe sehr heiklich in der Behandlung und empfindlich gegen Gasdruckschwankungen sein. Diese Fehler sind vermieden im neuen Präcisionsthermoregulator des k. u. k. österreichischen Hauptmannes C. A. Porges, welchen wir in Fig. 136 abbilden. Ueber dessen Construction entnehmen wir den Mittheilungen aus dem chemisch-physikalischen Institute Lenoir & Forster in Wien Nachstehendes:

„Unter der grossen Anzahl von Wärme-Reglern verschiedenen Systems haben sich bei den gesteigerten Anforderungen, welche in letzterer Zeit namentlich von Seite der Bacteriologen an diese Instrumente gestellt wurden, nur wenige einigermaassen bewährt, auch die besten aber leiden unter dem Nachtheile, dass sie, zum Theil aus Glas gefertigt, leicht zerbrechlich, ausserdem mit Quecksilber und irgend einer dampfbildenden Flüssigkeit zu füllen, daher in fertigem Zustand gar nicht versendbar sind.

Der von C. A. Porges, k. u. k. Hauptmann des Geniestabes, construirte Thermoregulator, ganz aus Metall hergestellt und sofort zum Gebrauche bereit, ohne dass auf der Reise irgend eine Beschädigung ihn treffen kann, ist deshalb geeignet, alle bisherigen Modelle in dieser Hinsicht zu übertreffen und wird, da er ausserdem in präcisester Weise functionirt und die Temperatur selbst in schlecht isolirten Gefässen, wie einfachen Trockenkästen, auf $^1/_2$—1 Grad constant zu erhalten ermöglicht, gewiss den vielen

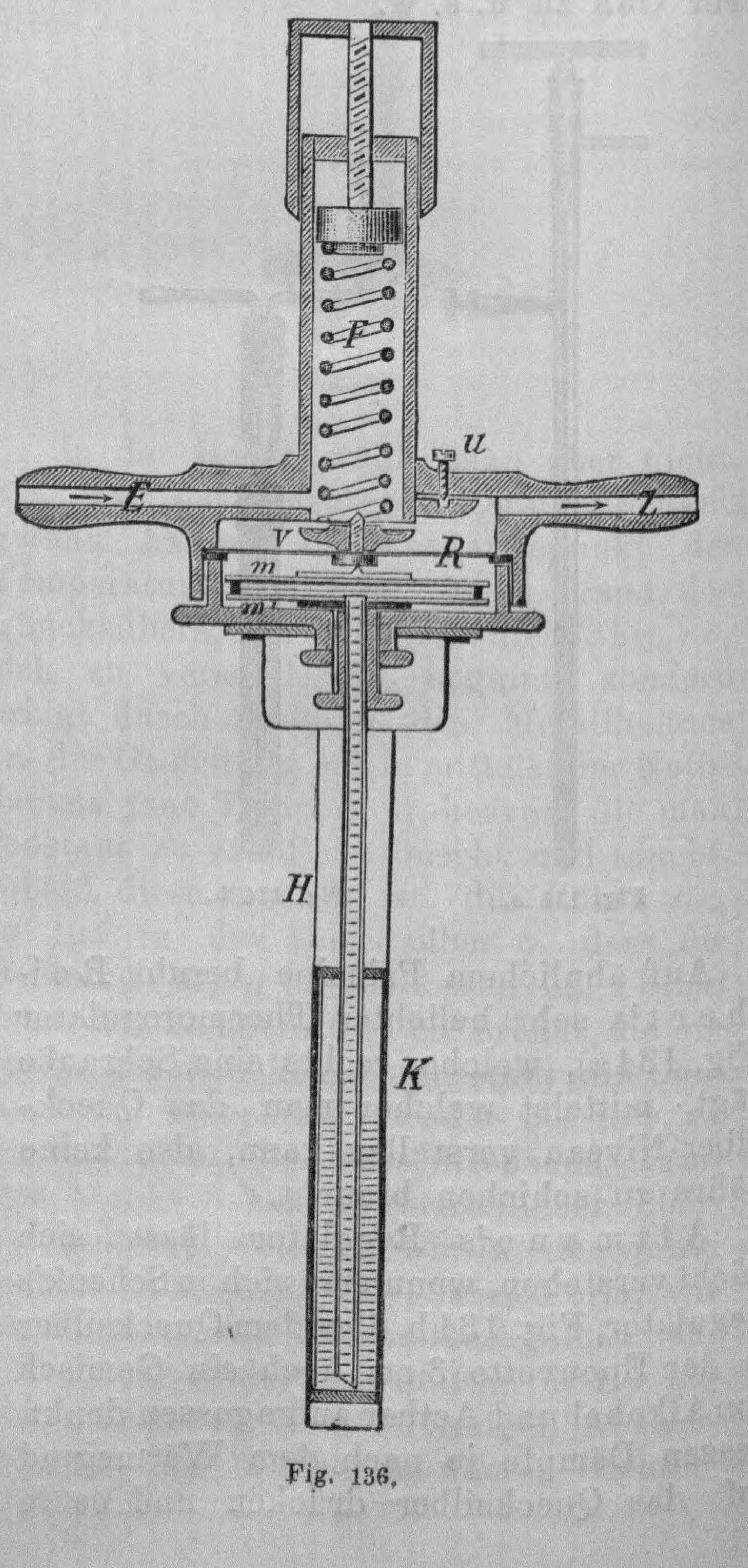


Fig. 136.

Interessenten ein willkommenes Werkzeug sein.

Der Apparat beruht auf der Thatsache, dass der Druck gesättigter Dämpfe mit deren Temperatur stets in bestimmtem unveränderlichen Zusammenhang steht. Eine in einer röhrenförmigen Kapsel *K* jeweilig eingeschlossene Flüssigkeit von bestimmtem passenden Siedepunkt überträgt ihren Dampfdruck durch Aufblähen einer Membran auf das die Gaszufuhr abschliessende Ventil *V*. Letzteres steht ausserdem unter der Einwirkung einer Spiralfeder *F*, welche dazu dient, den Druck, welcher von aussen auf der Membran lastet, zu verändern, wodurch es möglich wird, die Wirkung des Ventils innerhalb der Grenzen von circa 30 Grad beliebig zu verlegen.

Das Gas tritt bei *E* in den Apparat, erfüllt bei offenem Ventil *V* den Raum *R* und entweicht bei *Z* zu dem Brenner. Sobald die Temperatur steigt, blähen sich die Membranen *m m* auf und schliessen nach und nach den Gaszutritt nach *R* ab. Tritt eine Abkühlung ein, so wird das Ventil entsprechend dem verminderten Dampfdruck entlastet, das Gas strömt wieder kräftiger zu, die Flamme wächst und durch dieses äusserst prompt sich wiederholende Spiel gelingt es, die Temperatur stets auf der gewünschten Stufe zu halten. Eine Umgangsleitung *U* verhindert unter allen Umständen das völlige Erlöschen.

Selbstverständlich gelten auch für die Anwendung dieses Regulators die im allgemeinen bei der Verwendung von Brutkästen giltigen Vorsichtsmassregeln; man wird die heizende Flamme den Dimensionen des Kastens von vorne herein anzupassen haben, damit nicht durch ein zu jähes Erhitzen einzelner Kastentheile, besonders bei einfach oder mangelhaft construirten Thermostaten grosse Temperaturdifferenzen an verschiedenen Punkten des Kastens auftreten. Wird der Thermoregulator in Flüssigkeiten eingesenkt, so ist die vernickelte Schutzhülse *H* über die Kapsel zu schieben. In Thermostaten, welche mit Sorgfalt und Anwendung der bei den neuesten Erzeugnissen dieser Art üblichen Einrichtungen zur Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur construirt sind, arbeitet der Apparat mit fast absoluter Genauigkeit. Ein Einfluss der Barometerschwankungen konnte bisher nicht constatirt werden. Derselbe ist auch jedenfalls sehr gering, da die hier vorkommenden Druckänderungen gegen die Aenderungen des Dampfdruckes im Innern der Kapsel meist verschwindend klein sind."

Wir erwähnen noch, dass der allerdings nicht ganz billige Apparat (Preis 20 fl. Oe. W.) von Ober-Sanitätsrath Dr. Max Gruber in Wien und Prof. Klemensiewicz in Graz als sehr empfindlich gegen Temperaturschwankungen und sehr unempfindlich gegen Gasdruckvariationen gelobt wird und daher gewiss allen Jenen empfohlen werden kann, welche eines exacten Thermoregulators für Gasbrenner bedürfen. In der Regel wird man selbst bei hochgespannten Anforderungen mit Schenk's Thermoregulator sein Auslangen finden. Gleichzeitig erwähnen wir, dass, falls Jemand kein Gas zur Verfügung hat, es ausser den gleich zu beschreibenden Greiner'schen Regulatoren auch noch andere Hilfsmittel gibt, welche die Thermostaten einigermassen zu ersetzen vermögen. Für niedrigere Temperaturen als Zimmertemperatur kann man kleine Eisschränke, Wasserkübel (mit Watte umwunden), in welchen sich Eisstücke im Wasser befinden (Temperatur 5—8° C.) und in welche man die Culturgefässe in einem zweiten Metallkübel, der am Boden mit Sand gefüllt ist, einsenkt, mit Deckel bedeckt und in mässig temperirte, der Sonne verschlossene Räume bringt, als Ersatz für kostspieligere Apparate benützen. Man bedarf ihrer namentlich dann, wenn man zur Sommerszeit die Verflüssigung von Choleraculturen in Gelatine hintanhalten will. Für höhere Temperaturen als Zimmertemperatur kann man nach Esmarch's Vorgange einen (mit Watte umhüllten) grossen Waschtopf auf drei Füsse (ich habe hiezu sechs Ziegel, die zu drei Paaren unter den Topf geschoben wurden, sehr passend gefunden) setzen, mit auf die gewünschte Temperatur (etwa 37° C.) erhitztem Wasser zur Hälfte füllen und die Culturen (in Reagensgläschen) in einem mit Sand beschwerten Becherglase hineinsenken. Unter den Topf setzt Esmarch ein Nachtlicht. Verfasser dieses hat den Apparat

aber auch in der Weise modificirt, dass er sich auch für die später zu besprechenden Plattenculturen gebrauchen lässt, indem er statt des Becherglases einen etwas kleineren und niedereren Waschtopf auf drei Holzklötzen in den grösseren setzt, diesen mit einem Deckel bedeckt, über den Deckel des kleineren Topfes eine Scheibe mit Filz legt (beim Hutmacher zu erhalten) und nun auch den grösseren Topf mit einem Deckel bedeckt. Zwischen die beiden Töpfe kommt Wasser von der gewünschten Temperatur, seitlich kann man ein Thermometer in eine hiefür vom Spengler für wenige Kreuzer in die Wand des äusseren Topfes eingesetzte Tube mittelst Kork einfügen, so dass die Kugel von dem in den Raum zwischen den beiden Töpfen befindlichen Wasser umspült ist. Unter die Vorrichtung setzt Verfasser eine mit Oel gefüllte Nachtlampe mit einem oder bei erwünschter höherer Temperatur mit mehreren Dochten (Nachtlichtern). Hiedurch lässt sich die Temperatur innerhalb dreier Thermometergrade tagelang constant erhalten, wenn man den Apparat gegen Sonnenlicht und Luftzug geschützt in einem temperirten Zimmer aufstellt und die Zahl der Nachtlichter entsprechend wählt.

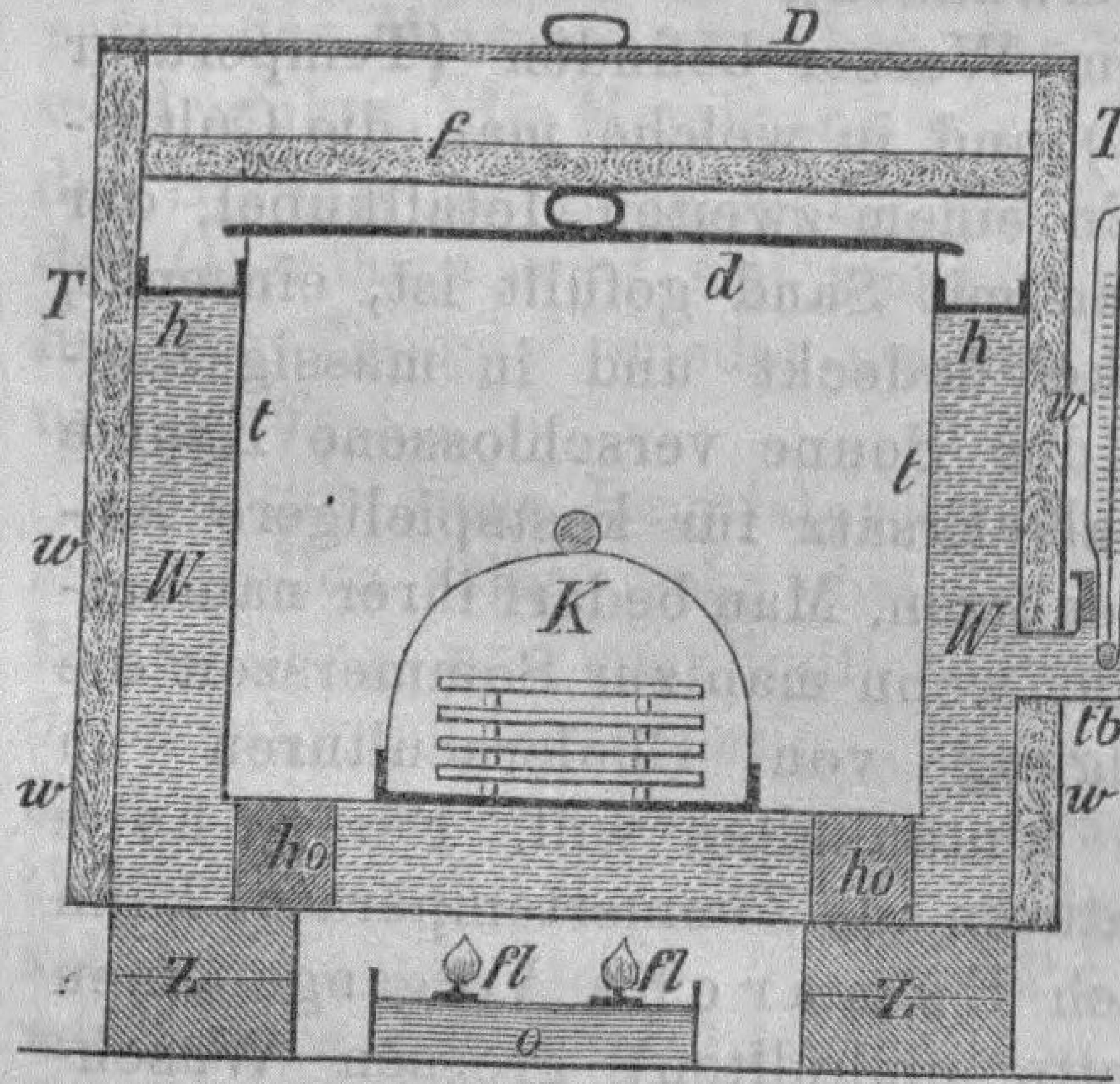


Fig. 137.

Fig. 137 zeigt die vom Verfasser getroffene, namentlich für die später zu besprechende, den Mikroskopiker besonders interessirende Abart der Plattenculturen, die sogenannte Objectträger-Cultur mit festen, transparenten Nährböden, genügend Raum bietende Anordnung, deren Kosten sammt Thermometer 5 fl. nicht wesentlich übersteigen dürften, wenn man auch alle Bestandtheile derselben neu kauft. *T* ist der grössere Waschtopf, welcher mit der Watte *w* umgeben ist, *t* der kleinere Topf, welcher anstatt beschwert zu sein, am Auftrieb durch die Häkchen *h* verhindert ist und innen bei *K* die später zu beschreibende Einrichtung für Objectträgerculturen oder sonst eine ähnliche Vorrichtung (etwa ein Eprouvettengestelle mit Reagensglasculturen) aufnimmt. Am grösseren Topfe ist bei *tb* ein Tubulus angebracht, in welchem mittelst Korkes das Thermometer *Th* eingelassen ist. *ho* sind Holzklötze, welche die Böden des grösseren und des kleineren Topfes auseinanderhalten, *zz* die Ziegel, auf denen der grosse Topf steht, *o* ein sehr flaches (damit das Sinken des Oel-Spiegels beim Abbrennen keine merkliche Distanzänderung der Flämmchen *fl* vom Boden des Topfes hervorruft), mit Rüböl gefülltes Gefäss, in welchem zwei Nachtlichter schwimmen. *W* ist das Wasser zwischen den Wänden der beiden Töpfe, *d* der Deckel des kleineren, *D* jener des grösseren Topfes, *f* die Filzscheibe zwischen den Deckeln. Auf ähnliche Weise hat Migula einen Thermostaten improvisirt, indem er zwei Pappendeckelkisten (Postcartons?) ineinanderschob, deren Wände einen mit Watte auszufüllenden Zwischenraum von circa 5 cm zwischen sich lassen, hat die Kisten auf einen Vierfuss mit einer Tragplatte aus starkem Zinkblech gestellt und mit einer Petroleumlampe ohne Cylinder erwärmt und in die Kisten mittelst einer Oeffnung in einem Korke ein Thermometer eingelassen. Die Schwankungen des Apparatthermometers sollen bei Migula's Thermostaten blos 4° C. betragen, doch glaubt Verfasser, dass die cylinderlose Petroleumlampe einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten dürfte.

Hier sei bemerkt, dass so kleine Flämmchen, wie die Oel- und Petroleumflämmchen, auch bei Gasheizung der Thermostaten Anwendung finden. Man schützt sie vor Zugluft durch kleine Glimmercylinder und nennt sie dann „Mikrobrenner." Fig. 138 zeigt einen solchen von R. Siebert mit drei Flämmchen.

Die vorgenannten Improvisationen, wie Esmarch's Brütofen, dessen Modification vom Verfasser dieses, ferner Migula's

Pappendeckelthermostat, genügen natürlich nur bescheidenen Anforderungen u. wer eines Apparates bedarf, welcher weitgehenderen Ansprüchen entsprechen soll, ohne auf eine Gasleitung rechnen zu können, dem sei der in Fig. 139 halbschematisch gezeichnete Thermostat für Spiritusheizung

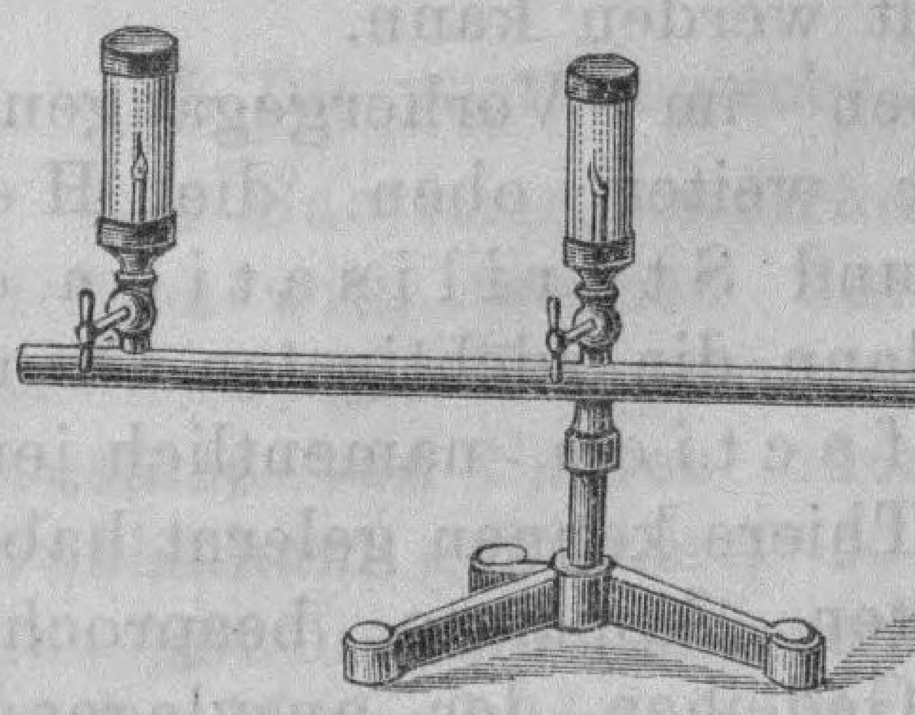


Fig. 138.

von Johann Greiner in München empfohlen. *Spb.* ist ein geräumiger Spiritusbehälter, welcher auf viele Tage Brennstoff fasst und durch eine eigenthümlich construirte Communication *com* zum Brenner *br* gerade genug Spiritus entsendet, dass die durch Dochtschraube regulirbare Flamme *Fl* genährt wird. Natürlich kann irgend eine andere Heizflamme verwendet werden, weil die Re-

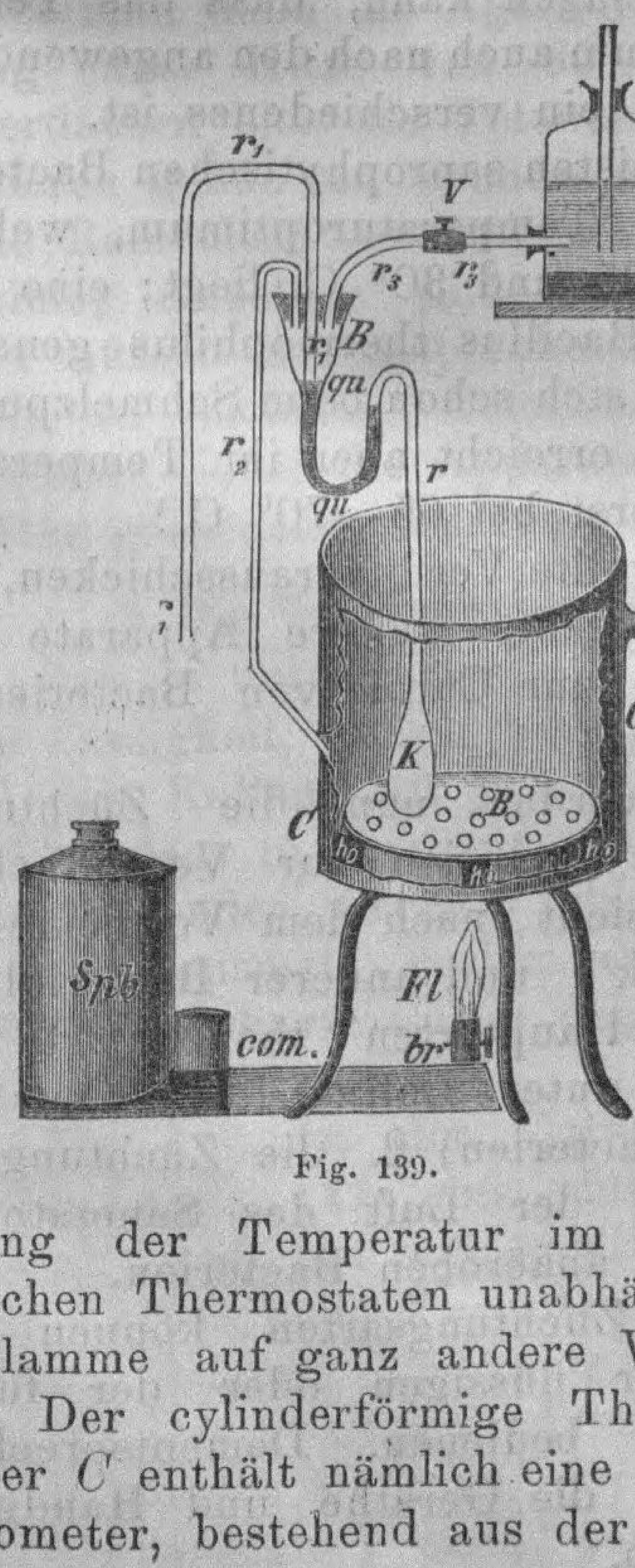


Fig. 139.

gulirung der Temperatur im Greiner'schen Thermostaten unabhängig von der Flamme auf ganz andere Weise erfolgt. Der cylinderförmige Thermostatbehälter *C* enthält nämlich eine Art Luftthermometer, bestehend aus der mit Luft gefüllten Kugel *K*, deren aufsteigendes Rohr *r* bei *qu* *u*-förmig gebogen und mit Quecksilber abgesperrt ist, welches bis in die becherartige Erweiterung *B* reicht. In diese Erweiterung münden drei Röhren: Ein Zuflussrohr r_3, welches aus einer Wasserleitung oder einem Reservoir durch Vermittlung einer Mariotte'schen Flasche *R* kaltes Wasser zuführt, ein heberartig gebogenes, den Quecksilberspiegel (Niveau) in *B* berührendes Abschlussrohr r_1 und ein in das Heizwasser des Thermostaten mündendes Rohr r_2. Die gewünschte Temperatur wird hergestellt, die Röhre r_1 verschoben, bis sie das Quecksilber-Niveau berührt und dadurch verschlossen ist. Nun strömt, wenn man den Schraubhahn *v* etwas öffnet, kaltes Wasser nach *B* (durch r_3) und, da die Röhre r_1 durch das Quecksilber verschlossen ist — nach dem Thermostaten und fliesst dann durch *a* wieder ab.

Hiedurch sinkt die Temperatur etwas, die Luft in der Kugel *K* zieht sich zusammen, das Quecksilber in *B* fällt, die Oeffnung der Röhre r_1 wird frei, wodurch das kalte Wasser nicht mehr in solchem Maasse durch die enge Röhre r_1 durch den Thermostaten, sondern lieber durch die weite Röhre r_1 in's Freie abfliesst.

Das Wasser im Thermostaten wird durch den geringen Zufluss kalten Wassers durch die Lampe wieder so erhitzt, dass das Quecksilber im Rohre *r* bei *qu* steigt (weil sich die Luft in *K* mehr ausdehnt) die Röhre r_1 wieder verschliesst und das kalte Wasser wieder zwingt durch r_2 in den Thermostaten zu fliessen. Dieses Spiel wiederholt sich stets von Neuem, es ist auch klar, dass man es durch Regelung des Zuflusses kalten Wassers zum Apparate mittelst des Hahnes *v* einerseits und Auf- oder Niederschrauben des Lampendochtes im Brenner *br* andererseits, in seiner Gewalt hat, alle Temperaturen zwischen etwa 8° C. bis über Bruttemperatur zu erzielen, also den Apparat sozusagen als Kälte- wie als Wärmeschrank zu benützen, wenn man genügend kaltes Wasser zur Verfügung hat. Bei Benützung als Wärmeschrank scheint der Apparat allerdings eine grosse Verschwendung von Heizmaterial zu involviren, weil man stets wechselnde

Mengen kalten Wassers zu erwärmen hat; für Temperaturen unter Zimmertemperatur dürfte aber der Apparat mit unübertrefflicher Gleichmässigkeit wirken. Für Temperaturen über Zimmertemperatur hat denn auch Greiner für Laboratorien ohne Gasheizung einen öconomischen elektromagnetischen Thermostaten construirt, dessen wir oben schon gedacht haben. Der Apparat ist nicht unähnlich dem in Fig. 139 abgebildeten, nur fällt die Kaltwasserzuleitung weg und in den Becher *B* tauchen oben anstatt des Rohres r_1 zwei Platindrähte, welche einen von einer Meidinger'schen oder Callaud'schen galvanischen Batterie kommenden elektrischen Strom schliessen oder unterbrechen, je nachdem das Quecksilber bei *qu* steigt und dann die Drähte metallisch verbindet, oder fällt und dadurch diese Verbindung wieder unterbricht. Eine solenoidartig construirte elektromagnetische Vorrichtung bewegt einen rostartigen Metallschirm hin und her. Wird der Strom durch das steigende Quecksilber geschlossen, so kommt der Schirm zwischen Flamme und Boden des Thermostaten zu stehen und die Flamme gibt ihre Wärme an den Metallschirm ab. Dadurch sinkt die Temperatur im Thermostaten, das Quecksilber gibt die Platindrähte frei, der Strom wird unterbrochen, der Metallschirm wird von der Flamme weggezogen und so fort. Die Empfindlichkeit dieser Regulatoren soll*) bis auf 0·1° C. genau sein.

Wir haben nun gesehen, wie man mit einfacheren oder complicirteren Mitteln das Temperaturoptimum der Bacterienculturen herstellen und erhalten kann, — also gerade das Gegentheil von dem, was man bei der Sterilisation bewirken wollte — und wollen hervorheben, dass das Thermometer für den Bacteriologen bei allen seinen Arbeiten eine grosse Rolle spielt. Sogar die Sporenbildung, über welche wir oben, bei Besprechung der Sterilisation gehört haben, dass sie bei relativ hohen Temperaturen vor sich geht — bewirken wir künstlich durch allmälige Erhitzung der Culturen mancher Bacterien über 100° C. was entweder mittelst eines der obenbeschriebenen Sterilisationsapparate (durch sehr kurze Zeit, da sonst auch die Sporen vernichtet würden) oder noch besser mittelst der Salzwasser- und Oelbäder, welche eine sehr allmälige Erhitzung der in passenden Gefässen in dieselben eingehängten Culturen von Zimmertemperatur bis über 100° C. gestatten, erzielt werden kann.

*) Dr. Schrank's Anleitung, pag. 125.

Wir haben im Vorhergegangenen, nachdem wir weiter oben die Herstellung und Sterilisation der Nährböden, dann die wichtigsten Grundsätze der Infection, namentlich jener am lebenden Thiere kennen gelernt haben, die wichtigsten Apparate besprochen, welche das Gedeihen der anzulegenden Bacterienculturen durch Schaffung ihres Temperaturoptimums ermöglichen. Man darf aber deshalb nicht glauben, dass nicht sehr viele Culturen auch bei ziemlich verschiedenen Temperaturen, natürlich innerhalb gewisser Grenzen, üppig gedeihen und sich ausserhalb des Thermostaten züchten lassen, so z. B. Milzbrandbacillen; Cholerabacillen gedeihen in Gelatine schon bei relativ niederer Temperatur auf Kartoffeln erst bei 30° C. oder noch höherer Wärme, so dass man sagen kann, dass das Temperaturoptimum auch nach den angewendeten Nährböden ein verschiedenes ist.

Die meisten saprophytischen Bacterien haben ein Temperaturoptimum, welches zwischen 25 und 30° C. liegt; eine Erdbacterie, Bacillus thermophilus genannt, entwickelt sich schon beim Schmelzpunkte des Eises, erreicht aber ihr Temperaturoptimum erst bei 65—70° C.!

Dies wollte Verf. vorausschicken, ehe er daran geht, weitere Apparate und Handgriffe zur Cultur von Bacterien zu beschreiben.

Wir werden nun die Züchtungsraten der Bacterien zur Vereinfachung der Uebersicht nach dem Vorgange Dr. Schrank's und anderer Bacteriologen in zwei Hauptarten theilen; 1. die Züchtung unter Luftzutritt (Cultur der aëroben Bacterien) 2. die Züchtung mit Ausschluss der Luft des Sauerstoffes: Cultur der anaëroben Bacterien.

Beide Züchtungsarten können sich wieder der flüssigen oder der festen Nährböden bedienen. Dementsprechend sind auch die Geräthe und Handgriffe verschieden.

A) Züchtung der aëroben Bacterien in flüssigen Nährsubstraten.

Hier können wir natürlich nur die für den Mikroskopiker wichtigsten Culturmethoden anführen.

1. **Die physiologische Methode.**

Die Bacterien, welche man nicht züchten will, werden durch ungünstige Einflüsse wie Temperaturen, Reactionen (Zusätze von Säuren oder Alkalien) am Wachsthum gehindert, so dass sich nur die gewünschte Art entwickelt. Eine solche Methode ist z. B. die fractionirte Sterilisation. (Siehe oben).

Beispiel: Sputum von Tuberkulösen wird auf 65° C. erwärmt. Die anderen Bacterien sterben ab, die Tuberkelbacillen überdauern. Diese Methode wird auch bei festen Nährböden angewendet. Kitasato erwärmt z. B. Agar, auf welches mit geglühtem Platin Eiter aus der Wunde eines an Wundstarrkrampf Erkrankten gebracht wurde, einige Tage im Brutofen. Es werden sich aus den Bacterien Sporen entwickeln. Setzt man dann die Agarcultur 1 Stunde lang einer Hitze von 80° C. aus, so überdauern blos die Tetanusbacillen, die anderen gehen zu Grunde und man hat eine Reincultur von Starrkrampfbacterien erzielt; dieselben sind jedoch anaërob und müssen dementsprechend in Wasserstoff zu isolirten Colonien ausgereift werden. Ueber die Apparate hiezu wird später gesprochen werden.

2. **Die Verdünnungsmethode.**

Das zu untersuchende Material, z. B. Blutflüssigkeit, Milch oder dgl. wird in so viele Kolben mit Nährflüssigkeit vertheilt, dass in je einem hievon nur eine Bacterie oder Coccus oder gar keine Mikroorganismen vorhanden sind. Die Kolben zu dieser Cultur zeigt Figur 140, 141 und 142.

Fig. 140 ist der Culturkolben von Pasteur, 141 eine einfachere Form Pasteur's mit aufgeschliffenem Helme 142 Kolben nach Freudenreich.

Als Beispiel wollen wir hier weder die Miquel'sche Verdünnungsmethode (noch anders Methode der fractionirten Einsaat genannt,) noch auch die nach

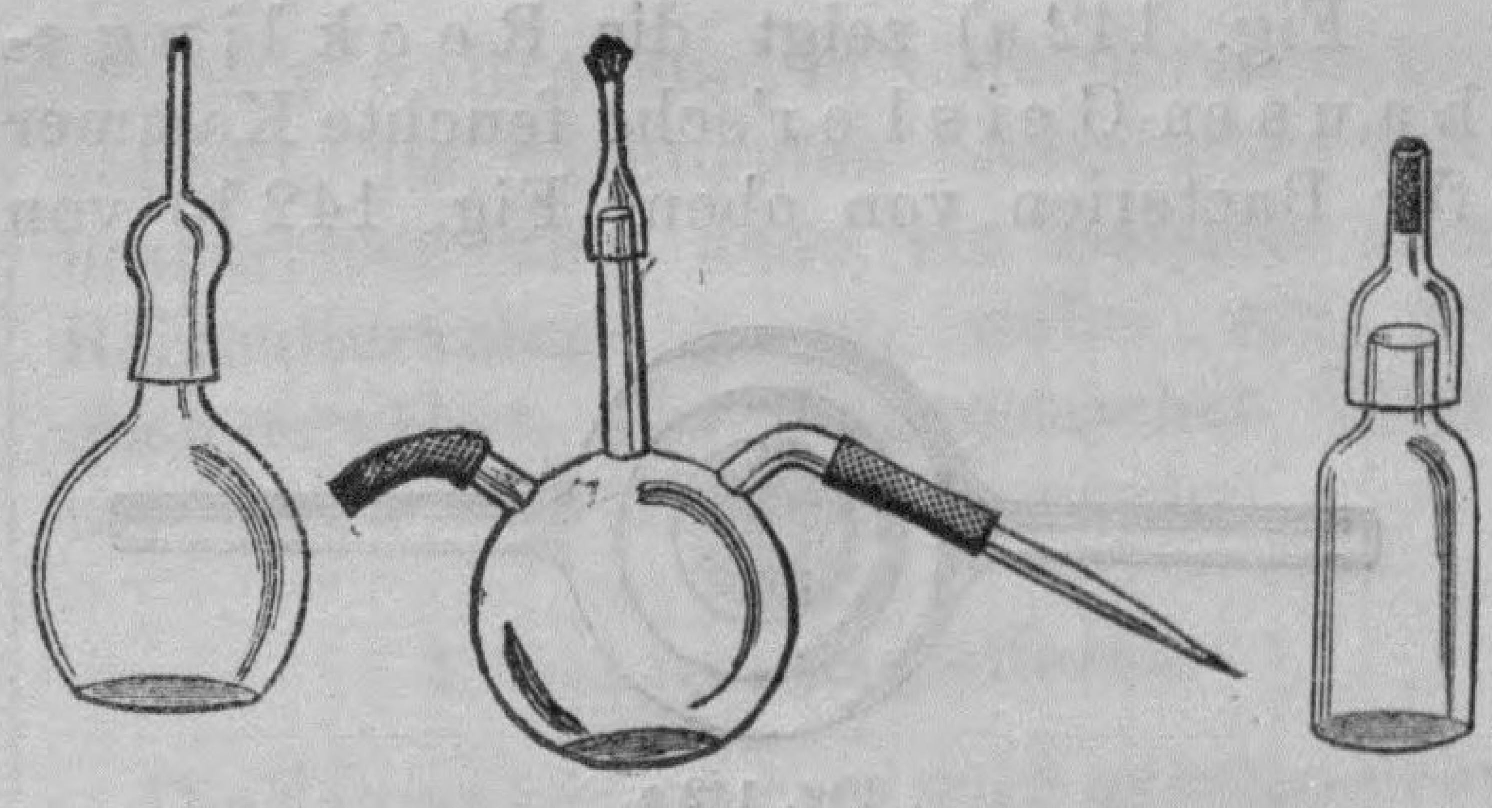


Fig. 141. Fig. 140. Fig. 142.

algebraischen Formeln auszuführende Fol-Dunant'sche anführen, sondern blos die leicht zu begreifende Nägeli'sche Verdünnungsmethode.

Wir führen das von dem Mikroskopiker Nägeli selbst gegebene Beispiel an:

Es sollen aus faulem Urine, in welchem sich Coccen und Bacillen befinden, die Coccen isolirt werden. Man gibt 1 Tropfen der gleich 0·03 cm³ sein und nach der Schätzung 500.000 Bacterien enthalten kann, in 30 cm³ sterilisirten Wassers; aus dieser 1000fachen Verdünnung (30 : 0·03 = 1000) gibt man abermals einen Tropfen in 30 cm³ sterilisirten Wassers, wodurch die Verdünnung eine millionfache wird. Es wird daher in letzterer Verdünnung in jedem zweiten Tropfen ein Mikroorganismus sein, falls die Annahme, dass circa 500.000 Bacterien in 1 Tropfen des Substrates sind, richtig war. Man impft nun mit je 1 Tropfen der millionenfachen Verdünnung 10 sterilisirte Kolben mit Nährflüssigkeit und kann nun erwarten, dass vier ohne Vegetation bleiben, sich in einem blos Stäbchencolonnen bilden und in 5 Kolben die zu isolirenden und näher zu untersuchenden Coccen auftreten.

Die nunmehr zu beschreibenden Culturen beruhen darauf, dass in Capillarräume, die sozusagen feuchte Kammern repräsentiren, inficirtes Material, und zwar je ein Tropfen gebracht wird, in welchem dann meist blos Reinculturen auftreten, da blos ein Keim auf den Tropfen entfiel. Diese Culturen können unter dem Mikroscope 2—3 Tage beobachtet werden.

Hiezu dienen z. B. die oben erwähnten Objectträger mit Hohlschliff, weiters aber noch besonders construirte Culturkammern.

Fig. 142 a) zeigt die R e c k l i n g s h a u s e n-G e i s l e r'sche feuchte Kammer für Bacterien von oben, Fig. 142 b) von

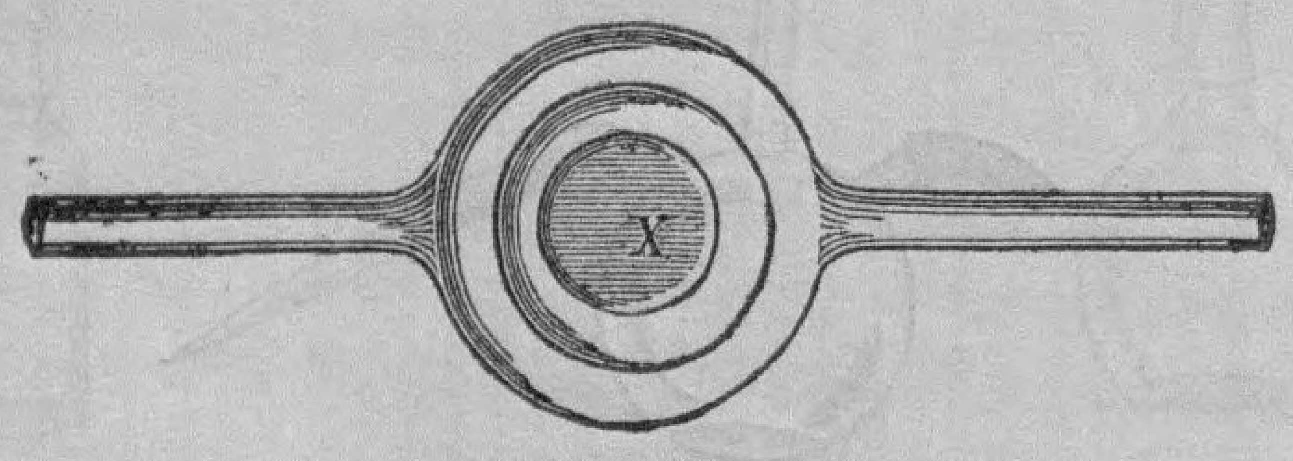


Fig. 142 a.

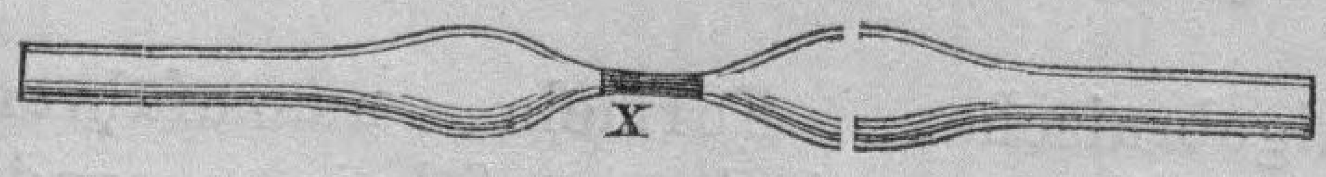


Fig. 142 b.

der Seite betrachtet. Beim Hohlraume x ist ein capillarer Raum. Man saugt vorsichtig die inficirte Culturflüssigkeit au und lässt den Ueberschuss abfliessen, so dass bei x ein Tropfen zurückbleibt, in welchem sich die Cultur entwickelt. Die dünne Glaswand dient als Deckglas.

Aehnlich wird verwendet die K l e b s-sche Glasröhre, Fig. 143, und jene von

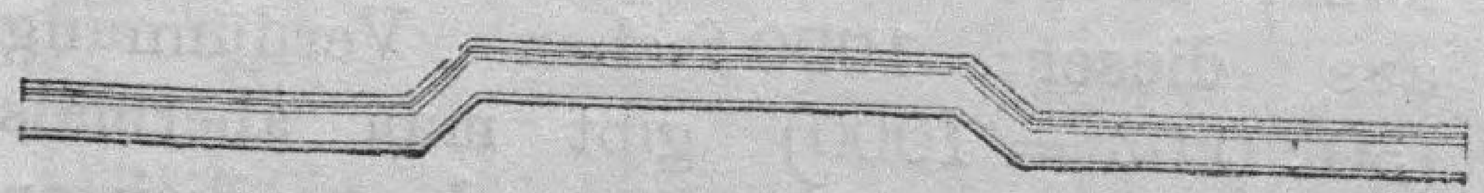


Fig. 143.

B r e f e l d - H u e p p e, Fig. 144. An unsere feuchte Kammer (siehe oben Fig. 110),

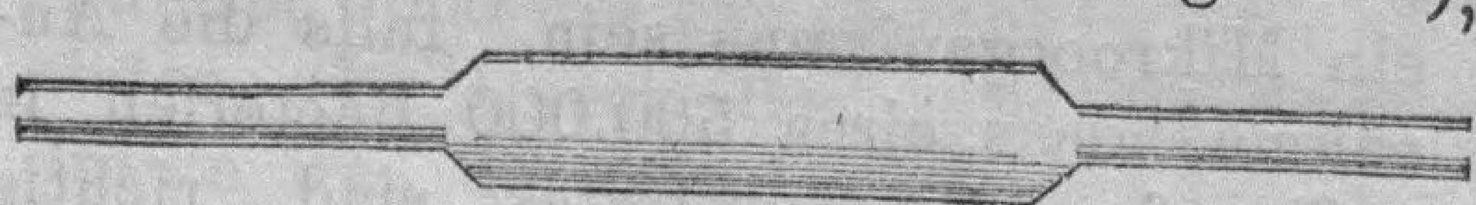


Fig. 144.

erinnert der R a n v i e r - P r a z m o w s k y-sche Objectträger, Fig. 145 o—o_1—o_2 ist

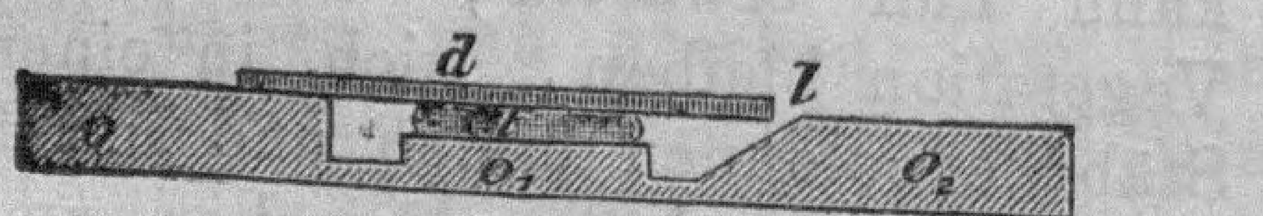


Fig. 145.

ein eigenthümlich geschliffener Objectträger, auf welchen mit Vaselin das Deckglas d kommt, an welchem zwischen d und o_1 der zur Cultur benützte Tropfen t hängt. Bei l kann man Luft zutreten lassen.

Diese Instrumentchen werden mit Aether und sterilisirtem Wasser nach Gebrauch ausgewaschen. Nimmt man grosse Deckgläser, z. B. S i e b e r t's 22 mm C, so kann man mit homogenen Immersionen untersuchen. Sehr schöne Bilder erhielt ich mit einer $^1/_{15}$'' Brennweite haltenden, nach dem Principe der von R e i c h e r t in Wien erfundenen sogenannten „Semiapochromaten" neuconstruirten homogenen Immersion von Louis M e r k e r, VIII., Buchfeldgasse 19, welche durch eine besonders geschickte Form der Frontlinsenfassung gestattet, mit stecknadelkopfgrossen Cedernholzöl-Tropfen zu arbeiten, was für das Betrachten lebender Objecte in feuchten Kammern sehr bequem ist, da man nicht in Gefahr kommt, dass das Immersionsöl in die feuchte Kammer eindringt und die Cultur stört.

Auch eine F. E b e l i n g'sche noch stärkere homogene Immersion ($^1/_{20}$'') leistete noch Dienste, selbst wenn man relativ starke Deckgläschen (von 0·15 bis 0·20 Dicke) anwendete. Man kann also mit diesen Hilfsmitteln lebende Bacterien züchten und unter den stärksten Vergrösserungen deren Entwicklung verfolgen.

B) A ë r o b e C u l t u r i n f e s t e n N ä h r b ö d e n.

Es wird die Cultur in Flüssigkeiten, wie schon oben erwähnt, heute nur mehr selten angewendet. Meist wendet man die oben beschriebenen f e s t e n Nährböden an. Bevor wir meritorisch auf die Culturmethoden eingehen, wollen wir gleich erwähnen, dass man die festen Nährböden entweder in Reagensgläser, in die P e t r i-schen Schalen, ferner in eigenthümliche Culturgefässe, wie z. B. die K o w a l s k i-schen Culturkolben, die L i p e z'schen und K a m e n'schen Behälter geben kann und wer sich dafür näher interessirt, findet in den Preiscouranten der Fachgeschäfte Abbildung und Preise aller dieser Geräthe — oder aber auf P l a t t e n bringen kann. Uns interessiren namentlich deshalb die Platten, weil auch Objectträger als Culturplatten verwendet werden können und namentlich bei transparenten Nährböden eine unmittelbare Beobachtung der lebenden Culturen ermöglichen. Wie ein Reagensglas aussieht, weiss Jedermann, ich brauche es also nicht abzubilden.

Fig. 146 zeigt eine P e t r i s c h e Schale.

Fig. 147 zeigt ein E r l e n m e y e r-sches Kölbchen, Fig. 148 zeigt einen Culturkolben nach K o w a l s k i.

In alle diese Culturgefässe giesst man das feste Nährsubstrat, z. B. Gelatine,

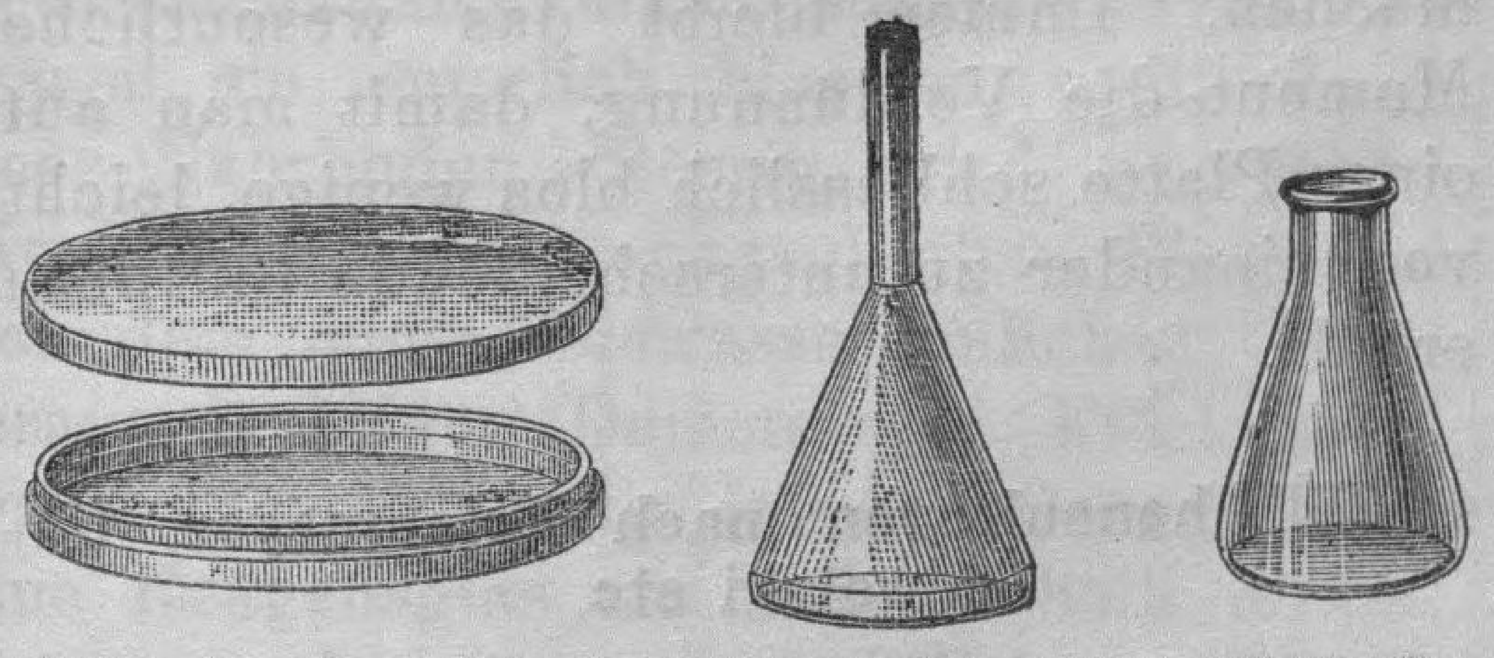


Fig. 146. Fig. 148. Fig. 147.

nachdem man Reagensgläser mit sterilisirtem solchem Stoffe erwärmt hat — oder den Vorrath sterilisirten Kölbchen entnimmt, ein. Auf Platten wird die Gelatine aufgegossen. Brodbrei, Kartoffeln u. dgl. nicht transparente Nährböden werden meist in Reagensgläsern und Culturschalen verwendet.

Wo es sich um erstarrende Nährböden handelt, also insbesondere bei Gelatine und Agar-Agar, muss man, um dünne Schichten zu giessen, ein eigenes Nivellirgestell haben. Auf dieses kommt eine Glasplatte und eine Dosenlibelle zum Horizontalstellen. Soll auf Petri'schen Culturschalen gearbeitet werden, so braucht man keinen Glassturz; wenn man Platten begiesst, stülpt man über die Platte eine Glasglocke während des Erstarrens der Gelatine. Zur Beschleunigung des Erstarrens kann man den Apparat in Eis kühlen. Fig. 149 stellt uns den Apparat

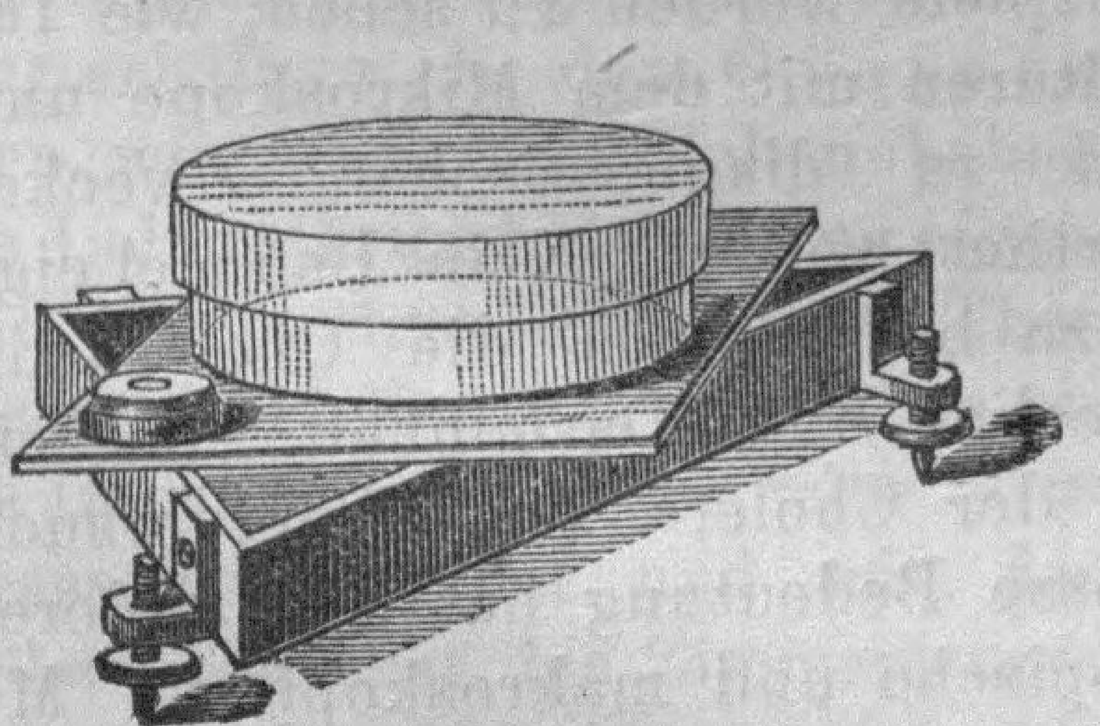


Fig. 149.

nach Siebert's Preiscourant dar, auf der Glasplatte des Apparates steht eine Culturschale. Damit die Nährböden feucht bleiben, resp. nicht austrocknen, stellt man die Platten, falls man solche anwendet, indem man sie durch Glasbänkchen von einander isolirt, auf einander in eine Schale, welche mit einer Filtrirpapierlage bedeckt ist, tränkt diese mit Sublimatwasser und stülpt einen Glassturz darüber. In Fig. 137 haben wir in meinem Thermostaten eine solche Vorrichtung, welche ebenfalls „feuchte Kammer" genannt zu werden pflegt, abgebildet.

Wir wollen nun, in's Meritorische eingehend, die wichtigsten Culturarten kurz beschreiben und dann ein Beispiel einer Reinculturanlage geben, wobei wir, wie oben erwähnt, den diagnostischen Werth besonders berücksichtigen werden.

1. Reagensglasculturen.

Die Nährsubstratmasse wird geschmolzen, (im Wasserbade geht es am sichersten!) circa 10 ccm davon in je eine Eprouvette gegossen und die Oeffnung mit Watte verschlossen. Dann wird durch drei Tage hindurch sterilisirt. Man kann das Nährbodenniveau entweder gerade, d. h. in einer zur Axe der Eprouvette senkrechten Ebene oder schief, d. h. in einem Winkel zur Längsaxe erstarren lassen, letzteres um eine grössere Fläche (elliptische!) zu gewinnen. Endlich kann man nach Prof. Esmarch die sogen. Rollculturen anlegen, indem man die Gelatine oder Agar-Agar wie gewöhnlich flüssig macht, impft, mit Watte verschliesst und über die Watte eine Gummicapsel nach Art der Kindertutten (aber undurchbohrt) stülpt. Dann dreht man die Eprouvette unter kaltem Wasser, wodurch der Nährboden cylindermantelförmig an den Innenwänden des Reagensglases sich anlegt. Hat man viele solche Röhrchen herzustellen, so ist der in Fig. 150 abgebildete

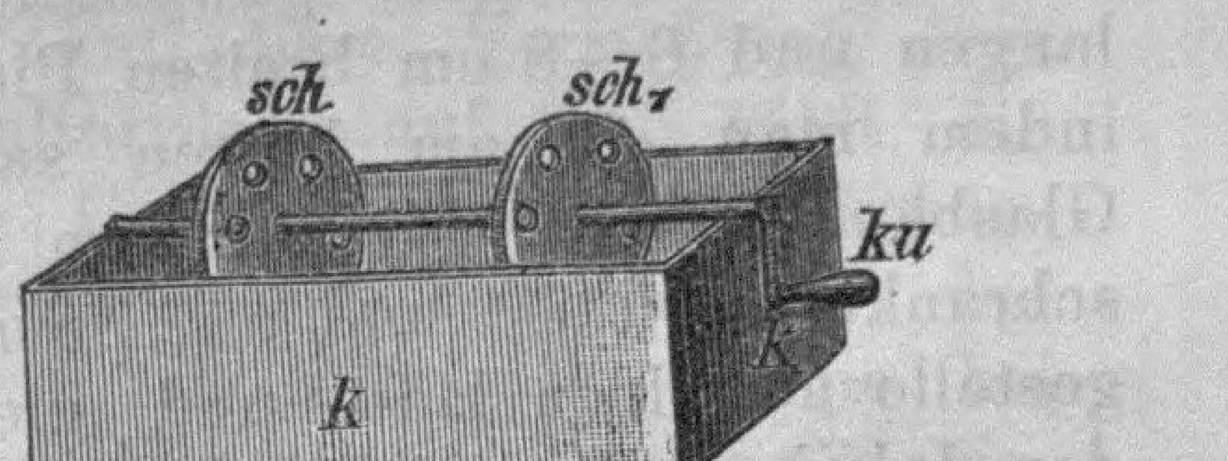


Fig. 150.

Apparat praktisch. In die Löcher der Scheiben *sch* und *sch*, kommen die Eprouvetten eingelegt, in den Blechkasten *k* kommt das Kühlwasser und mit der Kurbel *ku* wird das Ganze regelmässig gedreht. Auch hier ist die Vergrösserung der Fläche des Nährbodens der Zweck des Verfahrens.

2. Culturschalen.

Die in Fig. 146 oben abgebildeten Culturschalen werden im Nivellirgestelle mit dem erstarrenden Nährsubstrate beschickt oder Kartoffeln u. dgl. in Scheiben

eingebracht. Alles wird gut sterilisirt und dann geimpft (siehe oben „Infection“).

3. Culturplatten.

a) Objectträger-Culturen nach Koch.

Auf dem Nivellirgestell wird unter allen Cautelen auf einem Objectträger das Nährsubstrat, meist etwas Gelatine, ausgegossen, dann inficirt und in den Glassturzapparat, „feuchte Kammer“ genannt (in Fig. 137 im Thermostaten), gebracht. Die aufkeimenden Culturen können unter dem Mikroskope beobachtet werden.*)

b) Koch's eigentliche Plattenculturen.

Zu Plattenculturen wird wohl am häufigsten Gelatine oder Agar-Agar verwendet.

In ein mit dem betreffenden Nährsubstrate gefülltes Reagensglas bringt man unter Erwärmen und Hin- und Herbewegen des Ganzen die inficirte Platinnadel (siehe oben Abschnitt „Infection“).

Aus dem in dieser Weise inficirten Reagensgläschen entnimmt man mit einer ausgeglühten Platinöse drei Proben und bringt diese in ein zweites, bis zum Schmelzen des Nährsubstrates erwärmtes Reagensglas. Aus diesem letzteren entnimmt man wieder drei Oesen und impft ein drittes Reagensgläschen. Man bereitet sich die viereckigen, gewöhnlich 10 cm langen und 6—8 cm breiten Platten vor, indem man sie am besten sammt den Glasbänkchen 20 Minuten im Trockenschranke sterilisirt und auf dem Nivellirgestelle abkühlen lässt und giesst dann den Inhalt der drei Eprouvetten auf je eine Platte aus. Nach Erstarrung unter der Glasglocke kommen die Platten auf den Glasbänkchen in die „feuchte Kammer“ und dann in den Thermostaten. Man kann natürlich auch mehr als drei Verdünnungen machen. Diese haben den Zweck, bei sehr keimreichem Materiale (was man ja bei diagnostischen Untersuchungen früher nicht weiss) noch genügend isolirte Culturen hervorwachsen zu lassen. Man kann natürlich die Verdünnungen anstatt mit Oesen auch mit anderen grösseren Mengen machen. Immer bleibt das wesentliche Moment die Verdünnung, damit man auf einer Platte schliesslich blos wenige, leicht von einander zu unterscheidende Culturen erhält.

4. Kölbchenculturen nach Erlenmeyer, Kowalski etc.

Die Kölbchen werden sterilisirt, der sterilisirte Nährboden eingegossen, dass er in dünner Schicht den breiten Boden des Kölbchens (Fig. 147 und 148) bedeckt, neuerlich sterilisirt, geimpft, mit Watteverschluss zum Erstarren und in den Thermostaten gebracht.

Da die Entnahme von Material und die directe mikroskopische Untersuchung schwierig ist, haben für den Mikroskopiker diese Culturen weniger Interesse. Dr. Kowalski hat jedoch eine solche Dexterität erlangt, dass er mit seinen, gegen eine unerwünschte Fehlinfection grösste Sicherheit bietenden Kölbchen rasch und sicher alle Untersuchungen bewältigt.

Wir wollen jetzt ein Beispiel von Untersuchung mit Hilfe von Reinculturen geben. Von solchen, die weitgehendere Vorkehrungen erfordern. wie z. B. Versuchsthiere, wollen wir aus oben angegebenen Gründen absehen. An diesem Beispiele werden wir sehen, wie lebende Culturen mit dem Mikroskope untersucht und zu diagnostischen Zwecken verwerthet werden. Kein Beispiel eignet sich hiezu besser, als die Choleracultur aus Fäcalien oder Darminhalt, da einerseits bei der Cholera der Thierversuch keine grosse Bedeutung hat und andere mikroskopische und makroskopische Merkmale ausschlaggebend sind, andererseits solche Fälle sehr wichtig sind und rasch behandelt werden müssen.

Als Beispiel der Anlage einer Reincultur wollen wir annehmen, dass ein choleraverdächtiger Stuhl zu untersuchen wäre.

Man sterilisirt vor Allem im Trockenkasten mehrere Glasplatten durch beiläufig 40 Minuten. Während die Glasplatten im Trockenschranke sind, nimmt man einen Nährboden, z. B. Gelatine, und füllt ihn in der obenerwähnten Weise in Eprouvetten, sterilisirt und verschliesst mit Wattepfropfen. Dann lässt man die Eprou-

*) Versieht man die Objectträger schon in der Glasfabrik durch aufgeschmolzene Glasplatten aus 0·4 cm starkem Spiegelglase (Marpman), so kann man in die entstandenen Zellen die Gelatine eingiesseu und durch Deckgläser schützen.

vetten auskühlen, nimmt mehrere davon, erwärmt sie neuerlich blos so weit, dass der Nährboden flüssig wird und entnimmt nun mit ausgeglühter Platinöse von dem meist reiswasserähnlichen, choleraverdächtigen Dejecte ein Flöckchen. Dann führt man die inficirte Oese in das eine Reagensglas ein und vertheilt durch Bewegen der Oese den Inhalt derselben gut in dem Nährboden. Aus diesem Reagensglase nimmt man nun 3 Oesen voll und vertheilt sie im zweiten Gläschen und vom zweiten entnimmt man neuerlich drei Oesen und inficirt damit das dritte Reagensgläschen und so fort, bis man etwa 6—8 Eprouvetten inficirt hat, wobei die Verdünnung des Infectionsstoffes mit jedem Gläschen zunimmt.

Man giesst nun aus dem erwähnten inficirten Gläschen den Inhalt mittelst des oben beschriebenen Giessapparates auf die sterilisirten Glassplatten und bringt diese (es können auch Objectträger sein) auf Glasbänkchen unter einem Glassturze auf eine Tasse, welche mit Sublimatwasser angefeuchtetes Filtrirpapier enthält (feuchte Kammer). Dadurch werden fremde Keime abgehalten und die Gelatine kann nicht austrocknen. Im Sommer schmilzt die Gelatine leicht und man muss dann die Culturen in einen Thermostaten bringen, welcher sie auf 15—16° Temperatur erhält, z. B. den G r e i n e r'schen, den wir oben beschrieben haben.

Grosse Laboratorien haben hiezu eigene Kühlräume, es genügen aber auch Thermostaten nach Art der von mir oben angegebenen Improvisation, wenn man kaltes Brunnenwasser verwendet und mit dem Oelflämmchen erwärmt, bis Zimmertemperatur (um 14° C. herum) erreicht ist und dann ab und zu ein Eisstückchen in das Wasser hineingibt. Man überlässt nun die Platten sich selbst und man wird merken, dass auf allen Platten Colonien mit unregelmässigen Contouren entstehen. Darunter werden auch andere als Choleraculturen sein. Auf der letzten Platte werden die Colonien in Folge der Verdünnung am spärlichsten, daher am leichtesten zu übersehen sein.

Man controlirt die Platte mit dem Mikroskope; bei schwacher Vergrösserung werden die Choleracolonien das Ansehen zeigen wie Fig. 151.

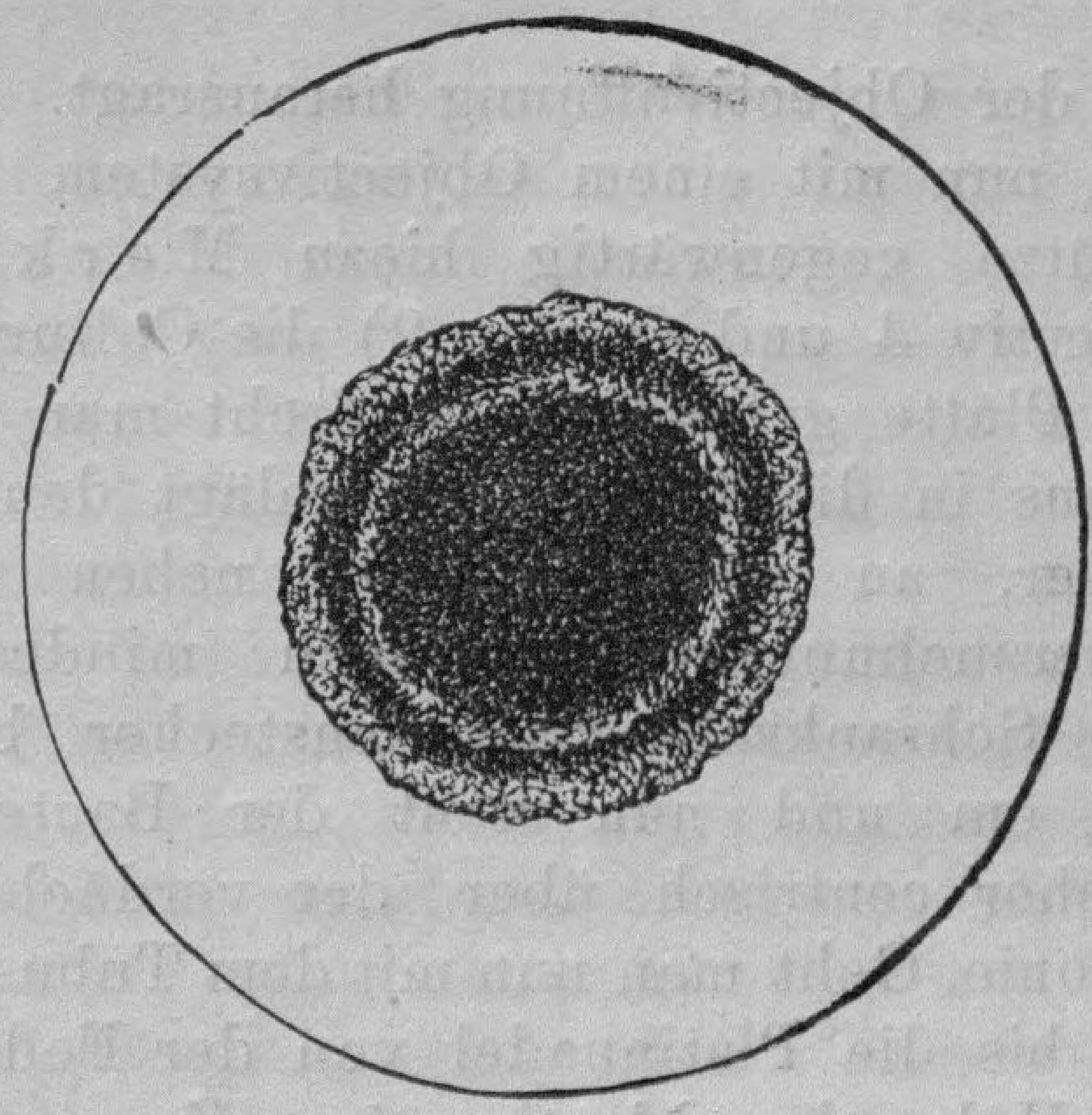


Fig. 151.

Mitunter will man die Zahl der Colonien zählen. Hiezu dient ausser anderen Zählapparaten insbesondere die Zählplatte nach G. Wolffhügel Fig. 152.

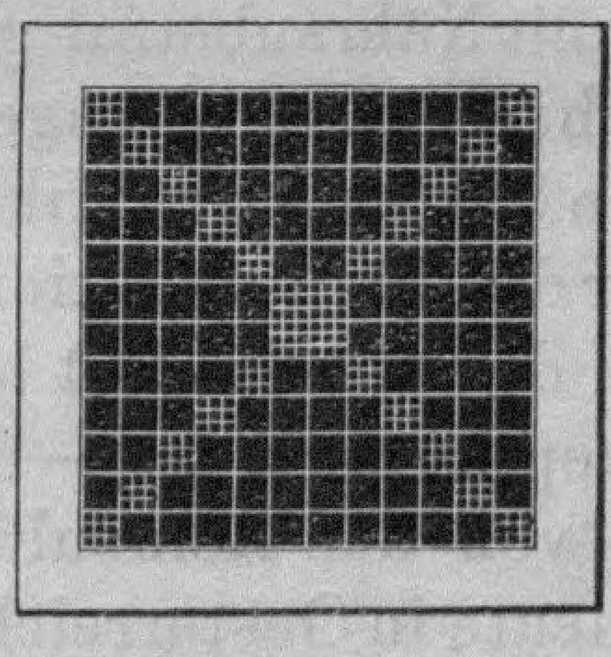


Fig. 152.

Dies ist eine Glasplatte von 17 cm² mit Quadratcentimetertheilung mit schwarzer Unterlage. Auf diese Vorrichtung legt man die Culturplatte auf und zählt die Anzahl der Colonien auf der Flächeneinheit oder mehreren Einheiten.

Hat man mit dem Mikroskope bei ca. 100maliger Vergrösserung eine Colonie, die als kaum stecknadelgrosses Fleckchen erscheinen kann, als Choleracolonie zu erkennen geglaubt, so gilt es nun gerade dieser Colonie Proben zu weiterer Untersuchung zu entnehmen. Dr. S c h r a n k hat hiezu einen Bacterienstechapparat für Mikroskope mit Revolver erfunden, welcher bei R e i c h e r t, aber auch bei L. M e r k e r, VIII., Buchfeldgasse 19 und bei F. E b e l i n g, XVII., Hernalser Gürtel 2 zu haben ist. Er besteht aus einer Objectivsystemfassung mit Hartnack'schem oder englischem Gewinde, in welchem anstatt der Glaslinsen eine Hülse mit Feder sitzt, gegen welche Feder eine Platinnadel drückt, die etwas

aus der Objectivöffnung herausragt. Hat man nun mit einem Objectivsystem (ich benütze gegenwärtig hiezu Merker's Objectiv 4 und Ocular 2) die Cultur auf der Platte gefunden, so dreht man den Tubus in die Höhe und schlägt den Revolver, an welchem sich neben dem Untersuchungssystem noch mindestens der Schranksche Bacterienstecher befindet, um und nun steht der Bacterienstecher centrisch über der verdächtigen Colonie. Geht man nun mit dem Tubus herab, bis die Platinnadel von der Feder in der Hülse der objectivartigen Fassung des Bacterienstechers gegen die Colonie gedrückt wurde und wieder zurück weicht, so ist es klar, dass die Platinnadel mit den Bacterien der verdächtigen Colonie und gerade nur von dieser inficirt ist.

Man kann nun mit dieser Nadel Stichculturen in mit Nährsubstrat gefüllte Eprouvetten machen, kann „hängende Tropfen" unter starke Systeme des Mikroskopes bringen und hier die Choleravibrionen als schraubige Fäden, die sich lebhaft bewegen, beobachten (Hueppe) u. s. w. — Kurz, man hat eine Probe von der Reincultur. Wer, was allerdings heute in Oesterreich selten ist, an seinem Mikroskope keinen Revolver haben sollte, der kann sich der sogenannten Praussnitz'schen Abimpf-Vorrichtung (Fig. 153) bedienen. Der halbirte Reifen *r* wird mittelst der Schraube *s* um den unteren Theil des Tubus *t* befestigt, an welchem das schwache Objectiv *o* sitzt. An der Leiste *l* des Apparates sitzt eine Fahne aus Metall *f*; man visirt nun die Platte, die Cultur *c* verschiebend hin

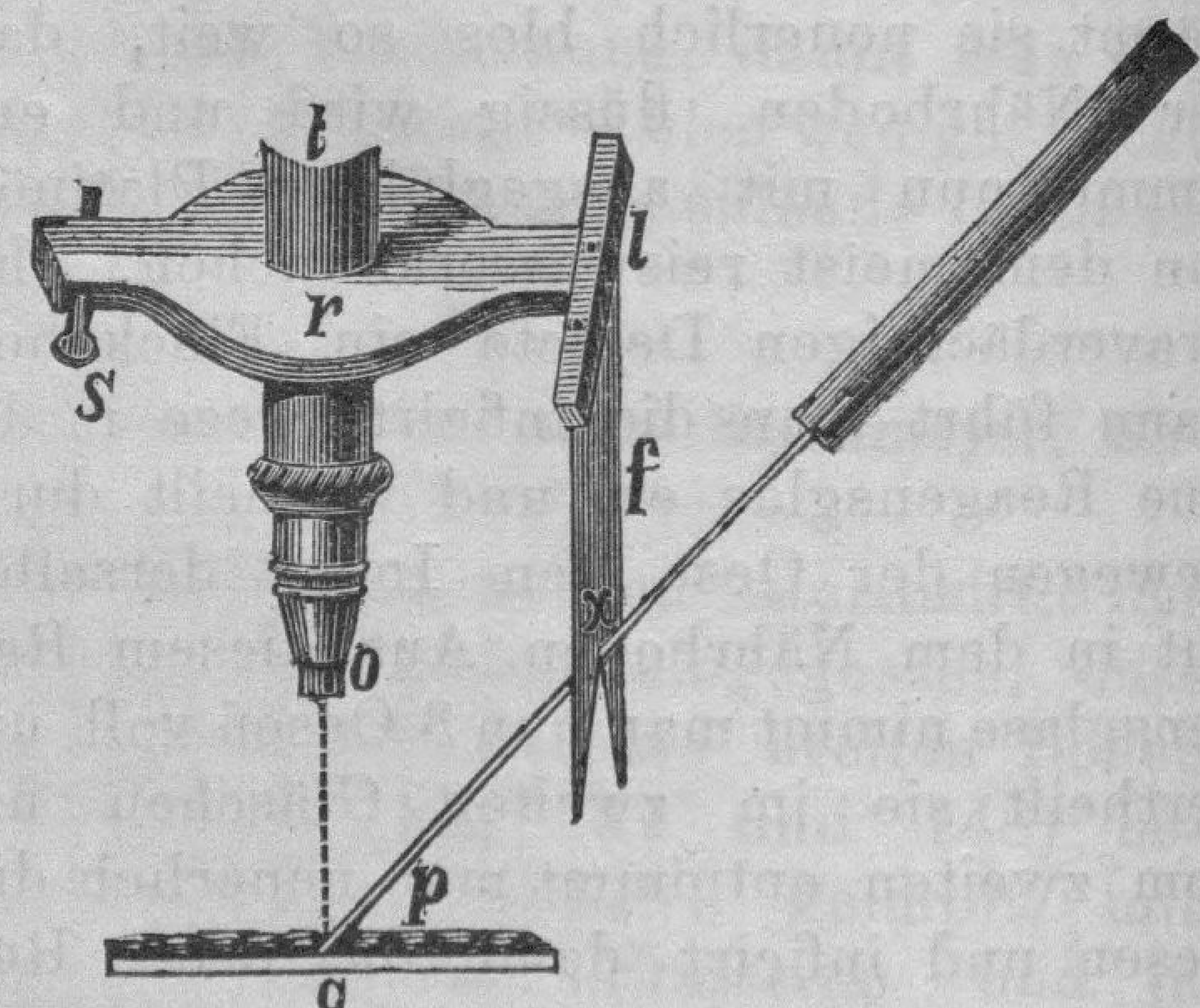


Fig. 153.

und her, bis die verdächtige Stelle im Gesichtsfelde ist. Nun bringt man eine gewöhnliche Platinnadel *p* in den Einschnitt der Metallfahne bei *x* und sich an den Apparat stützend, kann man der Reincultur eine Probe entnehmen.

Legt man bei Choleracolonien Stichculturen in Eprouvetten an, so ist das Wachsthum sehr charakteristisch. Es gibt einen dem echten Cholerakeime ähnlichen Kommabacillus, nämlich den Finkler-Prior'schen, und dieser findet sich auch in Stühlen. Um ihn nun vom echten Kommabacillus zu unterscheiden, kann man die Stichcultur benützen. Man sticht mit einer, wie oben, inficirten Platinnadel in eine mit starrer sterilisirter Gelatine gefüllte Eprouvette hinein und überlässt sie bei Zimmertemperatur nach Watteverschluss sich selbst.

Fig. 154 zeigt in *a* Cholerabacillen und in *b* Finkler-Prior'sche Bacillen in

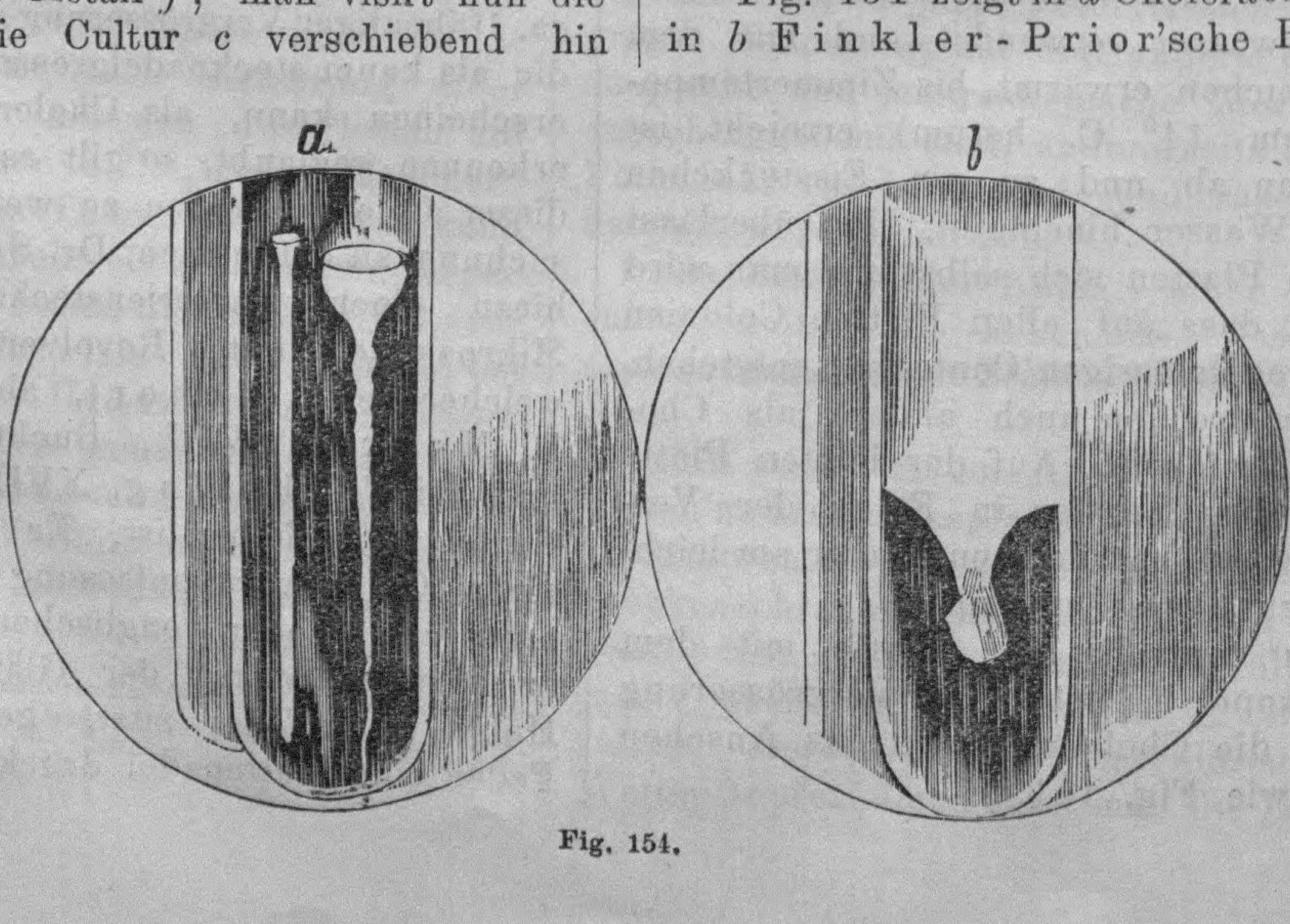


Fig. 154.

Gelatine - Stichcultur nach neuntägigem Wachsthum bei Zimmertemperatur in natürlicher Grösse nach G ü n t h e r.*)

Man sieht, dass die Cholerabacillen ganz charakteristische, trichterförmige Einsenkungen bilden, welche mit Luft gefüllt sind, weshalb die Cultur das Aussehen erhält, als würde über ihr eine Luftblase schwimmen. Längs des Stichcanales tritt Verflüssigung ein. An der Oberfläche tritt eine charakteristische Kahmhaut auf.

Diese charakteristische Haut benützt S c h o t t e l i u s dazu, auch bei sehr geringer Anzahl von Cholerabacillen (wo man von vorneherein nur wenige vermuthet) sich rasche Entscheidung, ob Cholera oder nicht, zu sichern. In diesem Falle fährt man mit der ersten Oese, mit welcher man die Probe den Fäces oder dem Darminhalte von Choleraleichen entnommen hat, zunächst in ein Gläschen mit sterilisirter Nährbouillon. Nach 2—3 Tagen bildet sich eine Reincultur von Cholerabacillen auf der in Zimmertemperatur stehen gelassenen Bouillon in Form einer Haut auf derselben. Von dieser Haut kann man dann weitere Reinculturen abimpfen und züchten.

Um saprophytische Bacterien fernzuhalten, kann man übrigens die Nährgelatine mit 0.1—0·2 chemisch reiner Carbolsäure versetzen, wobei dann viel weniger Colonien zu controliren sind. Im Uebrigen muss die Nährgelatine frisch und correct bereitet sein und muss daher alkalisch reagiren.

Züchtet man Cholerabacillen in Bouillon mit 1% Pepton nicht bei Zimmertemperatur, sondern im Thermostaten bei 37° C., so ergeben sich schon nach 24 Stunden dichte Culturen. Setzt man diesen vorsichtig 10% HCL zu, so entsteht eine rosaviolette Verfärbung (C h o l e r a r o t h - I n d o l r e a c t i o n).

Man kann die Cultur abfiltriren und Schwefelsäure in das Filtrat an der Glaswand des Gefässes hinablaufen lassen und erhält auch diese Reaction. Finkler-Prior'sche Culturen müssen viele Tage, ja Wochen alt sein, um diese Reaction zu zeigen. T y p h u s culturen zeigen in alkalischer Bouilloncultur bei 37° C. nach 24 Stunden ebenfalls diese Indolreaction, a b e r e r s t n a c h Z u s a t z v o n 1 ccm K a l i u m n i t r a t. Diese rasche Indolreaction ist also für Cholera charakteristisch.

Auf Kartoffeln, welche man in Scheiben geschnitten, in P e t r i'sche Schälchen geben kann, bildet die Choleracultur bei 30—40° C. im Thermostaten grau-bräunliche Rasen von breiiger („gatschiger") Consistenz, welche zu zerfliessen scheinen.

Wir haben hier an e i n e m Beispiel, welches sich ohne Thierversuch ausführen lässt, kurz die Reincultur zu diagnostischem Zwecke versinnlicht und dies dürfte in diesem Leitfaden genügen.

A n a ë r o b e C u l t u r e n.

Man wendet hier meist Luftpumpen oder Wasserstoffgas an, welches die Luft über den Culturen verdrängt, man kann aber die Luft auch mechanisch abschliessen. K o c h bedeckte die geimpfte und halberstarrte Plattencultur mit einem ausgeglühten Glimmerplättchen und verkittete die Ränder mit Paraffin, was aber keinen sicheren Verschluss gibt. H e s s e goss auf die geimpften Nährsubstrate sterilisirtes Oel auf, E s m a r c h presst in die Höhlung seiner oben beschriebenen Rollröhrchen flüssige sterilisirte Gelatine, welche er in kaltem Wasser rasch erstarren lässt.

S c h i l l steckt zwei Eprouvetten von wenig verschiedener Grösse in einander, gibt das Nährsubstrat zwischen beide, impft und verschliesst mit Gummikappe und so weiter.

Die Cultur anaërober Bacterien im hängenden Tropfen haben wir bei Beschreibung der Gaskammer oben besprochen. Sie beruht auf der Absorbtion des Sauerstoffes durch ein Gemisch von Pyrogallussäure und Kalilauge.

N e n c k e (Fig. 155) benützt eine Eprouvette mit Kautschukstöpsel und unten angeblasener Kugel. Bis x wird das Gefäss mit inficirter Gelatine gefüllt. Ein Glasstab s reicht durch den Stöpsel bis zur Verengerung bei K, woselbst er mittelst kolbenförmiger Erweiterung die Verengung abschliesst. Das Rohr r wird mit einer Quecksilberluftpumpe verbunden, die Luft ausgepumpt und das Rohr r zu-

*) Nach einer Photographie Günthsr's in Holz geschnitten. Der Holzschnitt vermag aber natürlich die Photographie nur schwer wiederzugeben. Das Original ist sowie Fig. 151 in dem trefflichen Werke Günther's „Einführung in das Studium der Bacteriologie" in Lichtdruck zu sehen.

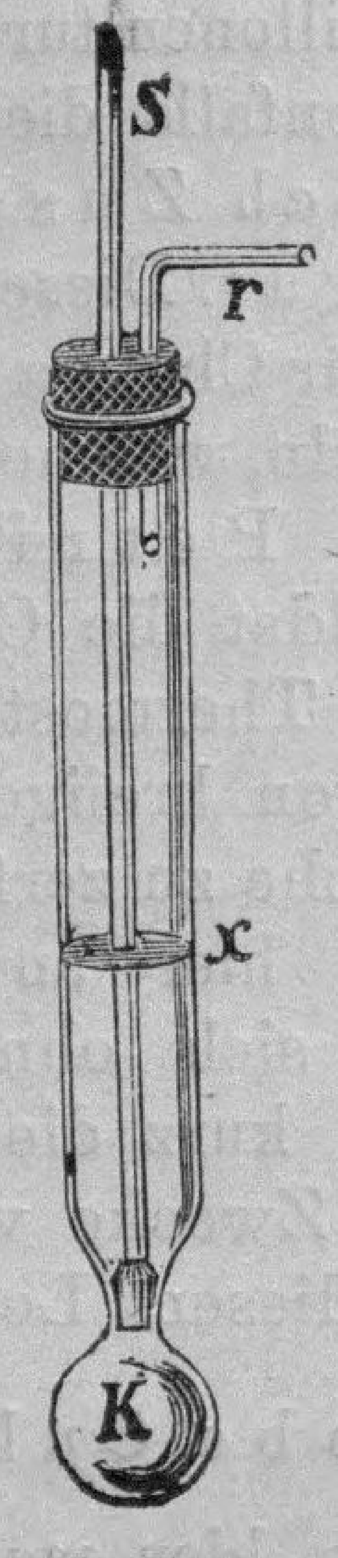


Fig. 155.

geschmolzen. Während die Luftpumpe arbeitet, wird der Kolben aufgezogen und dadurch die Verengung *K* geöffnet, dann nach Auspumpen der Luft wieder geschlossen.

Dann wird die Spitze unter Pyrogallol, abgebrochen wodurch über *x* eine 1 cm hohe Pyrogallollösung zu stehen kommt und dann wird *r* wieder zugeschmolzen. Die Cultur kann sich nun ohne Spur von Sauerstoff, dessen letzte Reste das Pyrogalloll absorbirt, entwickeln.

Prof. G r u b e r benützt den Apparat Fig. 156. In das Gefäss *g* füllt man mit-

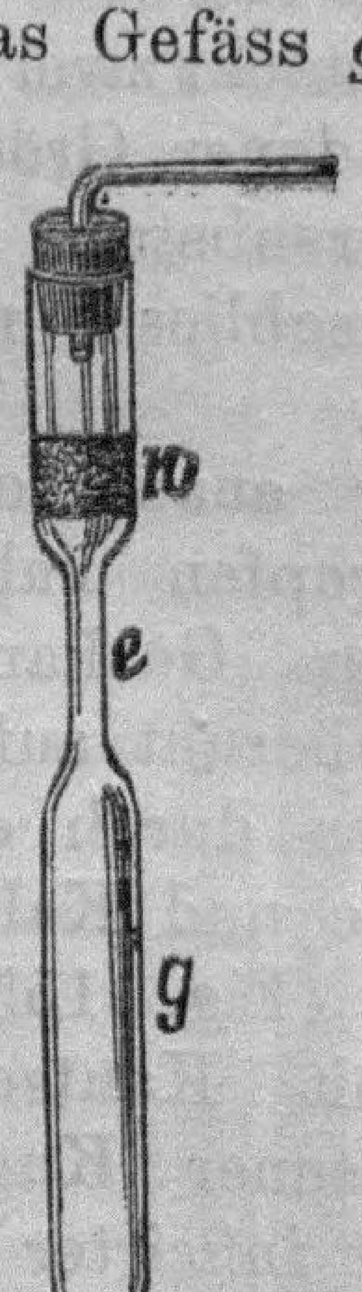


Fig. 156.

telst Pipette 10 cm Nährgelatine oder Agarlösung ein, doch muss die Verengung *e* frei und trocken bleiben. Dann impft man mit langer Platinnadel und setzt den Wattepfropf *w* über *e* in das Gefäss ein. Dann kommt das Gefäss in's Wasserbad von 30—35° C. für Gelatine, von 40—42° C. für Agar-Agar und während der Verflüssigung wird die Röhre *r* mit einer Luftpumpe verbunden und die Luft abgesaugt.

Nach Auspumpen der Luft wird *r* zugeschmolzen und das Nährsubstrat nach E s m a r c h ausgerollt.

Ein Beispiel von Anwendung von Wasserstoffgas statt vieler wird genügen.

Fig. 157 zeigt den hiezu bestimmten Apparat von L i b o r i u s. In das Gefäss

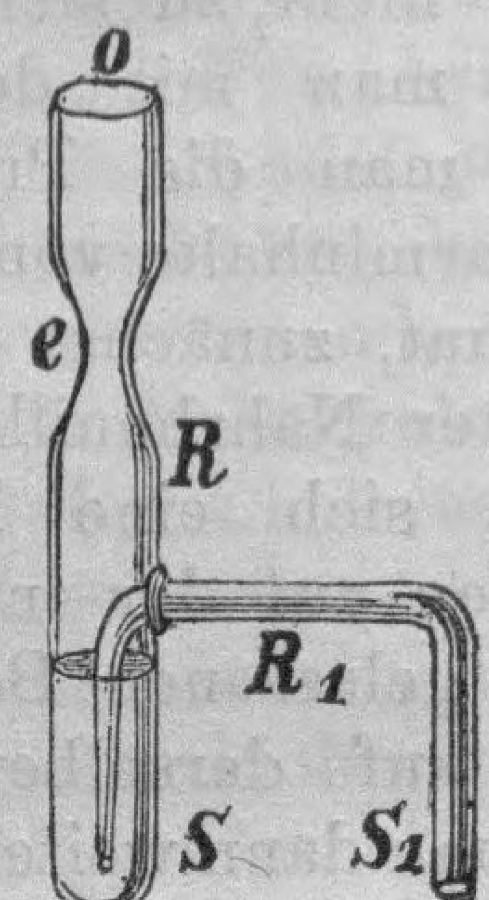


Fig. 157.

R ist die gebogene zweischenklige Glasröhre R^1 eingeschmolzen.

Man füllt mit einem Trichter flüssig gemachte inficirte Gelatine in *R* ein. Bei *o* kommt ein Wattepfropf eingesetzt. Nun leitet man bei S^1 Wasserstoffgas (chem. rein, schwefelwasserstofffrei und trocken !) ein, welches die Gelatine durchströmt und durch den Wattepfropf in's Freie entweicht.

Dann schmilzt man *R* durch Ausziehen der Verengung *e* in der Gebläseflamme vorsichtig zu, ebenso wird R^1 rasch zugeschmolzen.

In *R* erstarrt die Gelatine und ohne Luftzutritt entwickeln sich in ihr die anaëroben Culturen.

Wir schliessen damit den letzten Abschnitt des Capitels: „D a s l e b e n d e O b j e c t", einiges über die Cultur der Bacterien, und werden im Folgenden die Anfertigung mikroskopischer D a u e r-P r ä p a r a t e b e h a n d e l n.

Die Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate.

Wir haben oben die Einrichtung des Zimmers des Mikroskopikers besprochen. Jener, welcher Präparate für die Dauer, zum Autheben geeignet, wird anfertigen wollen, der wird gut thun, nach dem Vorgange Harting's einen eigenen Tisch hiezu zu bestimmen, welcher besonders rein gehalten werden muss. Dieser Tisch ist schwarz zu streichen und erhält seinen Platz zwei Schritte vom Fenster (am besten Nordostaussicht.) Wer den weiter oben beschriebenen Loupenschemmel sich angefertigt hat, wird dem Tische keine besondere Einrichtung zu geben brauchen.

Wir bilden den Loupenschemmel in Fig. 158 neuerlich ab.

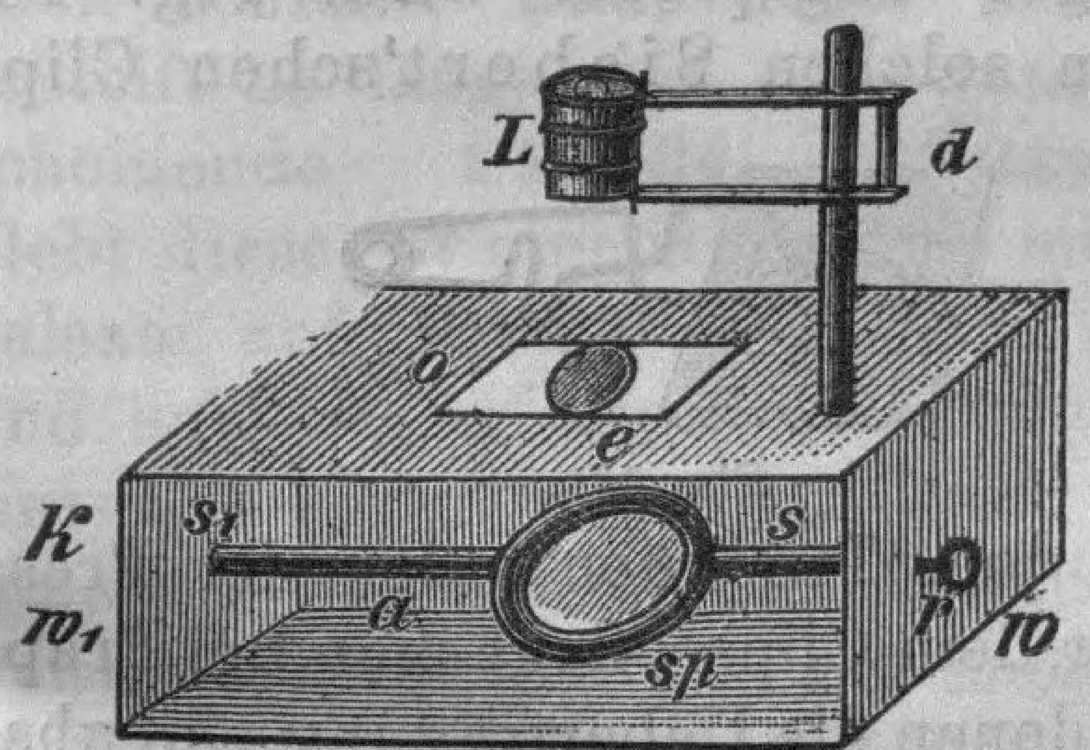


Fig. 158.

Ausserdem benöthigt man einige spitze Pincetten, welche man am besten in Uhrenfourniturgeschäften, woher die Uhrmacher ihr Werkzeug beziehen, kauft, einige in Griffe gefasste, sehr spitze Nähnadeln, ein Spatel aus Glas und einen aus Metall, eine Lancette, ein Skalpell und mehrere feine Scheeren. Ferner gute, reine Objectträger, viereckige und runde Deckgläschen und Aufbewahrungsflüssigkeiten.

Hat man ein Präparat (z. B. einen Schnitt einer Wurzel) zur momentanen Betrachtung angefertigt, wozu ja oben bereits bei Besprechung der Schnittmethoden die Anleitung gegeben worden ist, und das Präparat ist gelungen, so kann man es in ein Dauerpräparat umwandeln. Man nimmt einen reinen Objectträger, erwärmt ihn und zieht, so gross wie das Deckglas, welches wieder sich nach der Grösse des Schnittes richtet, sein soll — einen Lackring mittelst Pinsels auf demselben. Dieser Lackring wird bei viereckigen Deckgläsern viereckig, bei runden rund sein. Bei viereckigen zieht man ihn aus freier Hand, bei runden mit der sogenannten Tournette. Als Lack eignet sich blos bester Asphaltlack oder sogenannter Maskenlack (beide bei Siebert zu haben), andere Lacksorten, wie Frankfurter Lack, White-Cement, Gelatinecement u. dgl. wurden wohl auch probirt, sind aber meist wieder von den berühmtesten Präparateuren, wie Bourgogne in Paris, Möller in Wedel (Holstein), Amrhein und Heeg in Wien, ausser Gebrauch gesetzt worden.

Der Lackring wird bei runden Deckgläsern rasch und leicht mittelst der schon vorerwähnten Tournette hergestellt und man bedient sich deshalb bei Dauerpräparaten fast ausschliesslich zur Bedeckung der runden Deckgläschen. Eine Tournette zeigt Fig. 159 in der Ausführung von

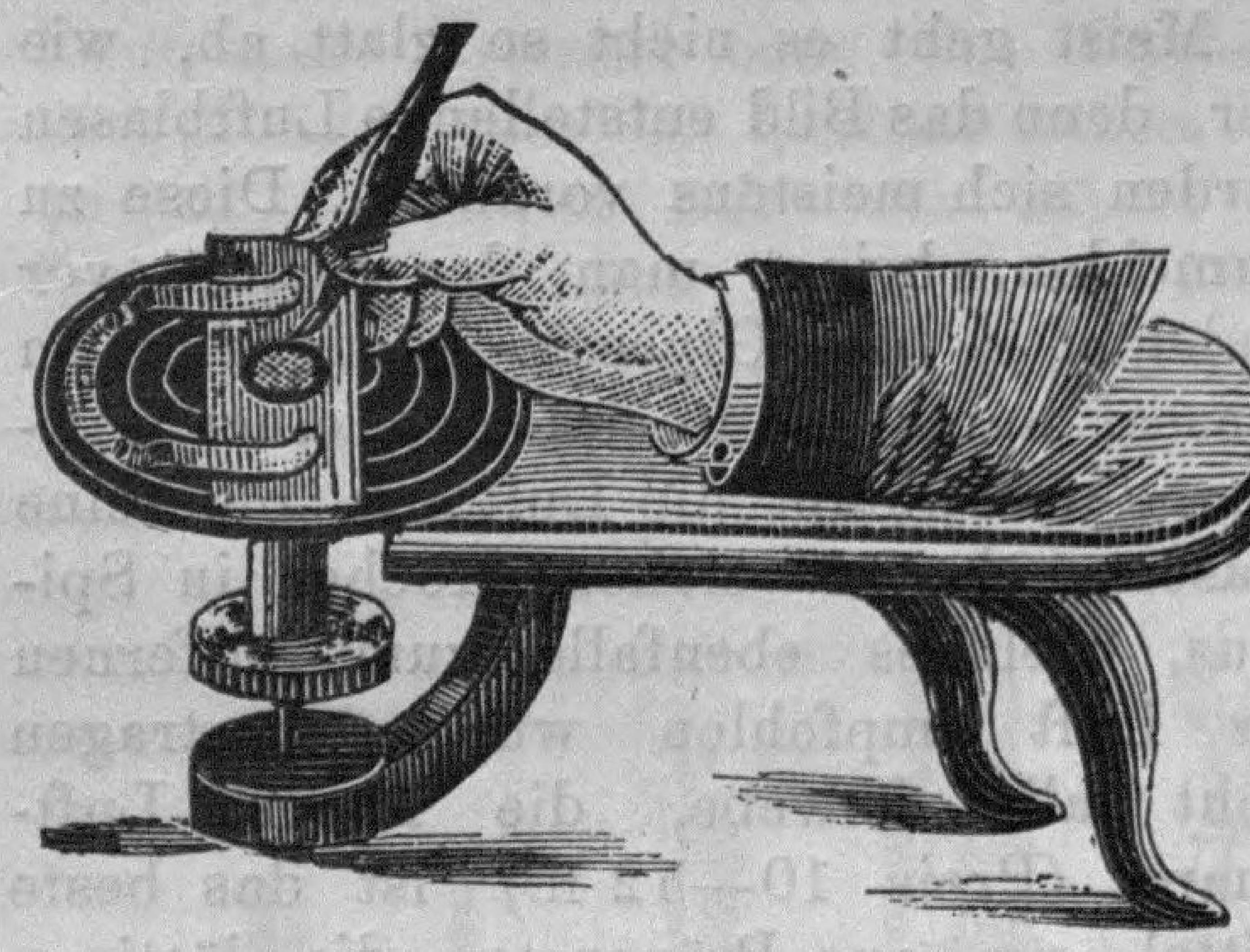


Fig. 159.

F. Ebeling. Die Tournette besteht aus einer mit Klemmfeder versehenen Schwung-Scheibe. Auf diese kommt mittelst der Klemmfeder concentrisch eingespannt der Objectträger. Auf eine an der Tournette angebrachte Handauflage stützt man die Hand, in welche man den mit dem Lack, welcher die Consistenz eines frischen Honigs haben kann und im Bedarfsfalle (bei Asphaltlack mit Terpentingeist, bei Maskenlack mit Spiritus) verdünnt wird — versehenen Haarpinsel nimmt. Man versetzt nun die Scheibe mit der Hand in mässig rasche Drehung und hält den Pinsel, wie Fig. 159 zeigt, an den Objectträger an. Dadurch entsteht ein Lackring. Diesen lässt man trocknen, bis er die Consistenz

festen Paraffins erreicht hat, nimmt nun mit dem Spatel den vorher in Glycerin aufbewahrten Wurzelschnitt und legt ihn in einen Tropfen Glycerin in die Höhlung des Lackringes. Dann bringt man ihn mit den Präparirnadeln in die richtige gewünschte Lage, legt mit der Pincette das passende, also etwa um ein Millimeter kleinere runde Deckglas auf, drückt es an den Lackring an, erwärmt leicht über einer Lampe, bis das Deckglas am Lacke haftet, saugt das überschüssige Glycerin mit einem Bäuschchen aus Filtrirpapier, eventuell unter Zuhilfenahme eines mit Spiritus getränkten Pinsels ab und bringt nun das Präparat unter die Klemmfedern der Tournette, woselbst es mit Hilfe der auf der Scheibe eingravirten Ringe concentrisch gestellt wird, worauf man mit dem Lack einen zweiten Ring über dem ersten anbringt. Ist dieser Ring trocken, so ist das Präparat fertig, nur soll man es noch einigemal überlackiren, um den Lackring haltbarer zu machen.

Meist geht es nicht so glatt ab, wie hier, denn das Bild entstellende Luftblasen werden sich meistens vorfinden. Diese zu vermeiden, bringt man den Schnitt vor Einlegen in das Glycerin in destillirtem Wasser unter den Recipienten einer Luftpumpe und pumpt die Luft aus, bis keine Blasen mehr entweichen. Kochen in Spiritus, welches ebenfalls zum Entfernen der Luft empfohlen wurde, vertragen nicht alle Gewebe, die kleine Luftpumpe (Preis 10—12 fl.) ist das beste Mittel, um aus Präparaten die lästigen Luftblasen zu entfernen, falls selbe Kochen oder starkes Pressen nicht vertragen.

Thierische Schnitte können ebenso behandelt werden, nur wendet man hier Canadabalsam*) an und kann die Luftblasen leichter durch Herausdrücken vermeiden. Bei Canadabalsam braucht man übrigens gar keinen Lackring. Man habe z. B. einen Schnitt aus einer pathologisch interessanten Leber zu conserviren. Nachdem er gefärbt ist, kommt er in Alkohol, dann in absoluten Alkohol, von da in Nelkenöl und von da in Canadabalsam (in Uhrschalen), welcher s t a r k mit Terpentin verdünnt ist. Dann, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen, bringt man ihn in einem Tropfen syrupdicken Canadabalsam auf den Objectträger, legt ein passendes Deckglas auf und gibt das Ganze in

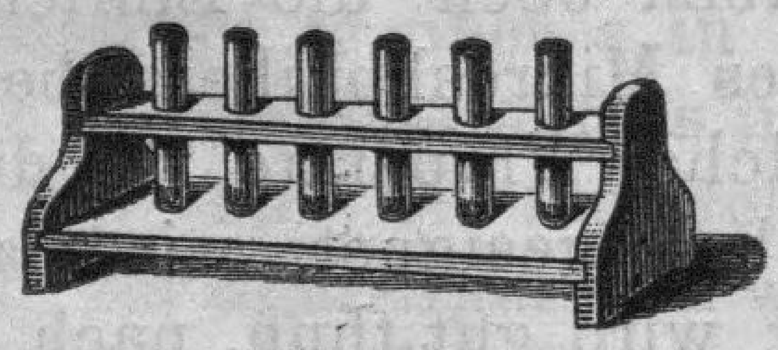


Fig. 160.

die Presse. Diese Presse zeigt Fig. 160 in der Form, wie S i e b e r t sie für sechs Präparate liefert. In einer Art Eprouvettengestell stehen Bleicylinder, unter deren untere Spitzen man die Präparate legt, bis sie trocknen. Sehr praktisch sind zu diesem Zwecke auch die sogenannten „C l i p s", federnde Medalldrähte, welche bei S i e b e r t zu haben sind und mittelst welcher das Präparat an richtiger Stelle zwischen Deckglas und Objectträger angepresst wird. Fig. 161 zeigt einen solchen S i e b e r t'schen Clips.

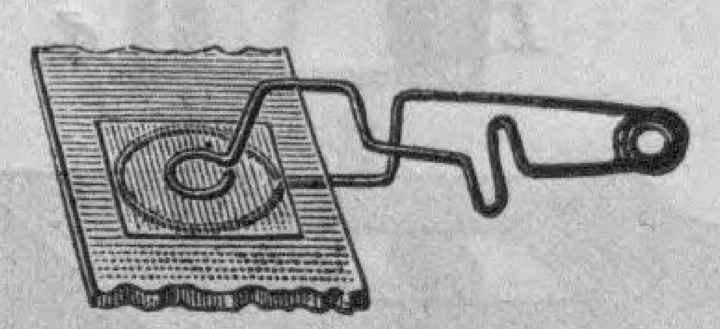


Fig. 161.

Nach dem Trocknen unter der Presse oder unter dem Clips pflegt man bei Präparaten, bei denen die Uebertragung von absolutem Alkohol in Nelkenöl, dann in verdünnten Canadabalsam und dann in den gewöhnlichen Canadabalsam von Sirupconsistenz erfolgte, selten Luftblasen zu finden. Das Trocknen dauert meist Wochen lang. Dann putzt man die Ränder der Deckgläser mit einem Messer unter stetem Abspülen mit Terpentingeist ab und erhält dann Präparate, bei denen das Object wie in Crystall eingeschlossen liegt. Will man das Trocknen beschleunigen, so muss man m e h r Canadabalsam nehmen und den Objectträger erwärmen, bis der Canadabalsam dampft, ja nicht bis er kocht! Zu dieser Procedur ist der Fig. 162 abgebildete S i e b e r t'sche Ob-

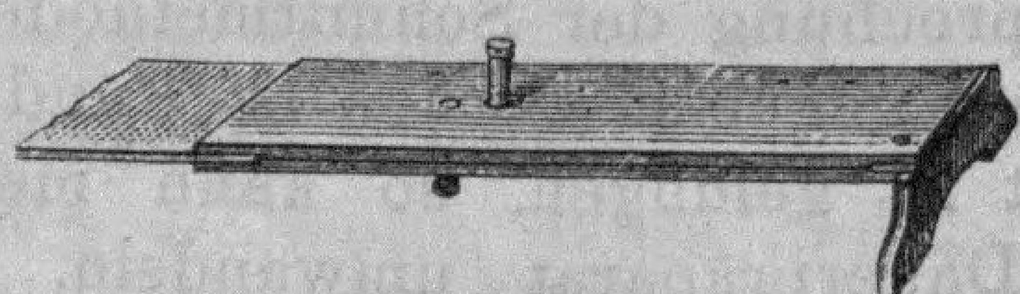


Fig. 162.

jecthalter sehr gut zu verwenden. Auf ähnliche Art kann man auch Schmetterlingsschuppen, Mineralschliffe u. dgl. in Canadabalsam conserviren, Schuppen, Pollenkörner, Federn u. dgl. kann man

*) Siehe im Folgenden unter den „erstarrenden" Conservirungsmitteln, was Canadabalsam ist.

allerdings auch ganz ohne Flüssigkeit auf das leicht angehauchte Deckglas bringen, so dass sie haften und dasselbe ohne jede Flüssigkeit auf den Ring von Lack (siehe oben) umstürzen und überlackiren. Solche Präparate nennt man Trockenpräparate, nicht zu verwechseln mit den Deckglastrockenpäparaten der Bacteriologie, welche nicht trocken, sondern in Canadabalsam, Cedernöl u. dgl. betrachtet und conservirt werden.

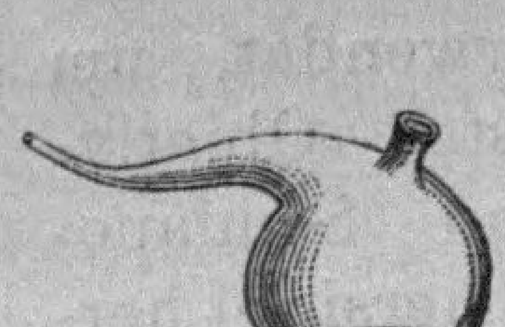
Mineralschliffe stellt man her, indem man von einem Mineral, z. B. Steinkohle, ein erbsengrosses oder grösseres Stückchen abschlägt, dasselbe mit dickem Canadabalsam in der Wärme auf Holz aufkittet und nun auf einer Schleifmaschine oder in Ermanglung derselben aus freier Hand auf Schmirgelscheiben eben schleift. Dann kittet man um und schleift so lange, bis eine dünne, durchscheinende Lamelle entstanden ist, klebt diese auf eine Glasplatte mit Canadabalsam auf, benützt letztere als Handhabe und schleift auf einer feinkörnigen Gusseisenplatte, welche mit Wasser und allerfeinstem Korundschmirgel bedeckt ist, weiter, bis die Schliffe nur mehr 0·02 mm Dicke haben. Das Schleifen dauert circa $1\frac{1}{2}$ Stunden. Polirt wird der Schliff auf feinem Postpapier. Aehnlich werden Lamellen behandelt, welche man von Knochen, Zähnen, Fischbein, u. dgl. mit einer Laubsäge abgesägt hat. Die dünnen Schliffe zeigen sehr gut die Structur.

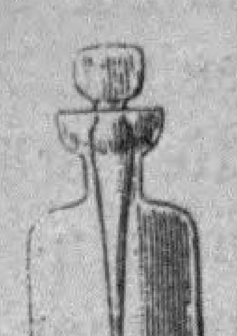
Präparate von Insecten stellt man her, indem man chitinreiche Objecte in 10%iger Kalilauge gut macerirt, dann in neuer Lauge kocht, hierauf in destillirtem Wasser abspült, durch Alkohol absol. und Nelkenöl in Terpentin bringt, auf dem Objectträger unter dem Loupenschemmel (Fig. 158 oben) mit Hilfe von Nadeln, Lancette und Pincette, event. feinen Scheerchen herrichtet, dann einen Tropfen Canadabalsam daraufbringt, und in der Presse oder Clips mit dem Deckglase versieht. Chitinarme Objecte (z. B. Eingeweide einer Fliege u. dgl.) werden zuerst unter Wasser herausgenommen, (auf schwarzer Unterlage!) dann in stets concentrirterem Acid. acet. glac. von 1%, 5%, 10%, 20%, 50% (fünf Lösungen) nach und nach aufgehellt und in Glycerin mit Lackring verwahrt. Dies sind nur Beispiele. Näheres kann man in Fachwerken über die einschlägigen Objecte nachlesen. Ein treffliches, allgemein gehaltenes Hilfsbuch ist Otto Bachmann, Leitfaden zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate, München, R. Oldenburg. 1879.

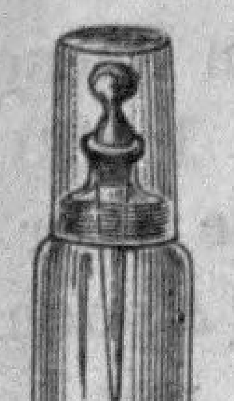
Uebrigens hat seither die mikroskopische Technik grosse Fortschritte gebracht. Glycerin und Canadabalsam genügen nicht mehr.

Da Gegenstände mit zarten Contouren in stark lichtbrechenden Medien verschwinden, andererseits aber andere Objecte ihren inneren Bau erst in stark lichtbrechenden Beobachtungsflüssigkeiten enthüllen, so hat man seit jeher die verschiedensten Chemikalien als Conservirungsflüssigkeiten empfohlen.

Bevor wir die wichtigsten derselben durchgehen, ezwähnen wir, dass man Glycerin früher in Undinen, Fig. 163, autbewahrte, aus denen man die Tropfen nach Bedarf ausfliessen liess (Harting.) Heutzutage bewahrt man die Beobachtungsflüssigkeiten in Stiftfläschchen mit und ohne Kappen auf, wie solche bei Siebert in allen Grössen zu haben sind. Canadabalsam hat man auch in Tuben aus Zinn verwendet. Fig. 164 zeigt ein Stiftfläschchen für Glycerin,


Fig. 163.


Fig. 164.


Fig. 165.

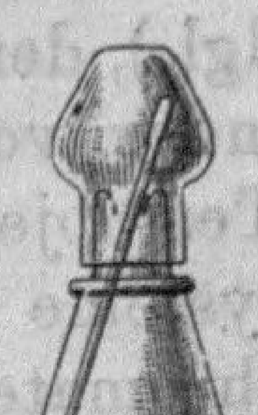

Fig. 166.

Fig. 165 für dünnflüssigere Beobachtungsflüssigkeiten, Fig. 166 ein solches für Canadabalsam. Fig. 165 und 166 haben Kappen, um die Verdunstung und das Verstauben hintanzuhalten, Fig. 164 einen trichterartigen Hals, um das Zurückfliessen des am Stifte haftenden überschüssigen Glycerins zu befördern.

Das Glycerin wird verwendet rein oder gemischt mit Wasser und Alkohol. Auch Zusätze von anderen conservirenden Substanzen kommen vor. Eine solche ist Sublimat.

In Sublimatwasser 1 : 200 oder 1 : 300 erhalten sich sogar menschliche Blutkörperchen in ihrer scheibenförmigen

Form (sogenannte Harting'sche Blutflüssigkeit). Heikle thierische Objecte gibt man daher in Glycerin 80 ccm, Aq. dest. 80 ccm Sublim. 1·00 gr. Zarte pflanzliche Objecte vertragen sehr gut Glycerin 40 ccm, Alkohol absol. 25 ccm, Aq. dest. 100 ccm, Chlorcalcium 20 gr. — Sehr undurchsichtige Objecte werden mit der Zeit klar in:

Glycerin	80 ccm
Absol. Alkohol	40 ccm
Aq. dest.	50 ccm
Carbolsäure	3 gr.

Anstatt dieser Flüssigkeit nimmt man auch Kampher und Chloralhydrat zu gleichen Theilen, welche zwei Körper, zusammen verrieben, ein dickes Fluidum von 1·50 (Glycerin hat 1·460) Brechungsindex ergeben, in welchem sehr undurchsichtige Pflanzenpulver u. dgl. auch ohne Kalilauge sehr klar erscheinen.

Concentrirte Lösung von Kaliumacetat conservirt sehr schön das Chlorophyll.

Monobromnaphthalin hat den Brechungsindex von 1·658, Kaliumquecksilberjodid (Sehr giftig!) aus Quecksilberjodid 65 gr, Kaliumjodid 50 gr, Wasser 65 ccm bereitet, gar einen solchen von 1·682. Beide werden für Einlagen von Diatomeen als Probeobjecte (Frustulia saxonica, Amphipleura pellucida und dgl.), deren Kieselpanzer einen Brechungsindex von 1·430 besitzt, verwendet, um Testobjecte für die stärksten Objetivsysteme (Apochromaten und Semiapochromaten mit homogener Immersion) herzustellen.

Als erstarrende Conservirungsmittel dienen Glycerin-Gelatine und Glycerin-Gummi. Erstere besteht aus Aq. destill. 42 cc, Glycerin 38 cc, Gelatine 7 g, Carbolsäure 1 g und wird am besten so verwendet, dass man kleine Reagenzgläser mit derselben füllt, im Gebrauchsfalle ein solches erwärmt, bis der Inhalt flüssig wird und dann einen Tropfen auf den Objectträger gibt, in welchen dann aus Wasser oder Glycerin das von Luft befreite Object und darauf ein Deckglas kommt. Ein Clips empfiehlt sich auch hier als Pressmittel. Die Erstarrung tritt sehr bald ein. Der Ueberschuss wird mit Wasser und Messer entfernt und dann erst ein Lackring angebracht.

Glycerin-Gummi (ein 60 ccm-Glas füllt man zu $^2/_3$ mit Gummi arab. electiss., bedeckt mit Wasser, welches 3% Chloralhydrat enthält und schüttelt öfter um; nach einigen Tagen filtrirt man) wird wie Glycerin angewendet, nur dass es im Lackring erstarrt.

Canadabalsam (Tereb. Canad.) ist Harz von Tinus balsam, Tinus canadensis oder Abies Traversi entweder in Terpentingeist, in Chloroform oder in Xylol gelöst, bis es Honigdicke annimmt. Xylolbalsam trocknet fast am raschesten. Auch Benzolbalsam wird sehr gerühmt.

Damarlack muss sehr alt und abgestanden sein, um halbwegs fest zu werden, und obwohl er für anatomische Präparate sehr im Schwange ist, kann ich ihn zu Dauerpräparaten nicht empfehlen, da sie eben immer verschiebbar bleiben. Nur für sehr zarte pflanzliche Objecte, welche mit Anilinfarben tingirt wurden, z. B. sogenannte Kerntheilungsfiguren aus der Morphologie und Histologie der Pflanzen soll nach W. Behrens der Damarlack dem Canadabalsam vorzuziehen sein.

Wir haben nun die Anfertigung von Dauerpräparaten aus allen 3 Reichen skizzirt und wollen schliesslich bemerken, dass dieselben rechts und links mit Etiquetten versehen und in Kästchen aufbewahrt werden, in welchem sie am besten horizontal liegen, damit sich die Präparate nicht senken. Allerdings kann man die Objecte vor dem Einschliessen in Flüssigkeiten mit Glyceringelatine oder Hühnereiweiss 50 ccm + Glycerin 50 ccm + Natriumsalicylat 1 g oder mittelst Celloidin 0·5 g + Alkohol 15 ccm + Aether 15 ccm + Nelkenöl 45 ccm auf dem Objectträger fixiren, indem man sie mit diesen „Aufklebemitteln" auf den Objectträger aufkittet, diese

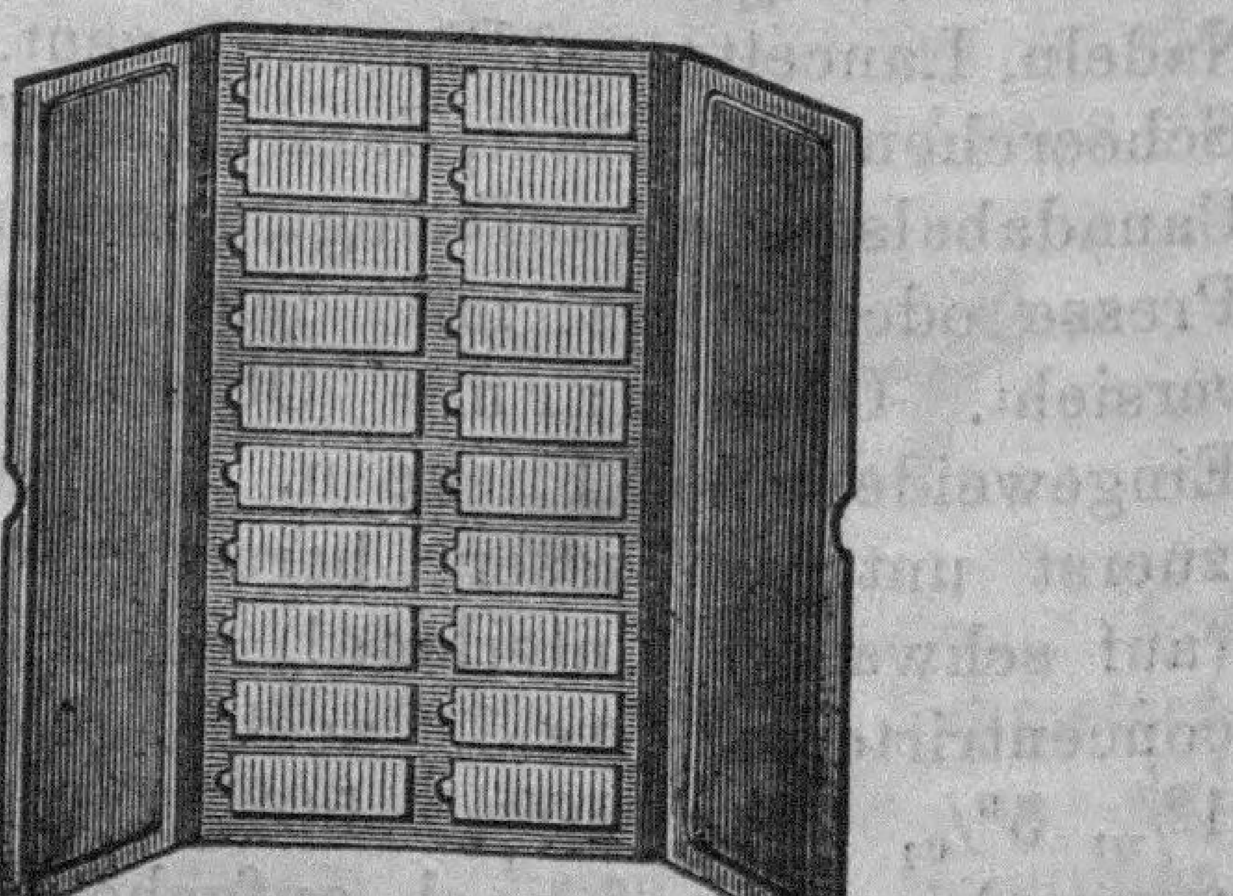


Fig. 167.

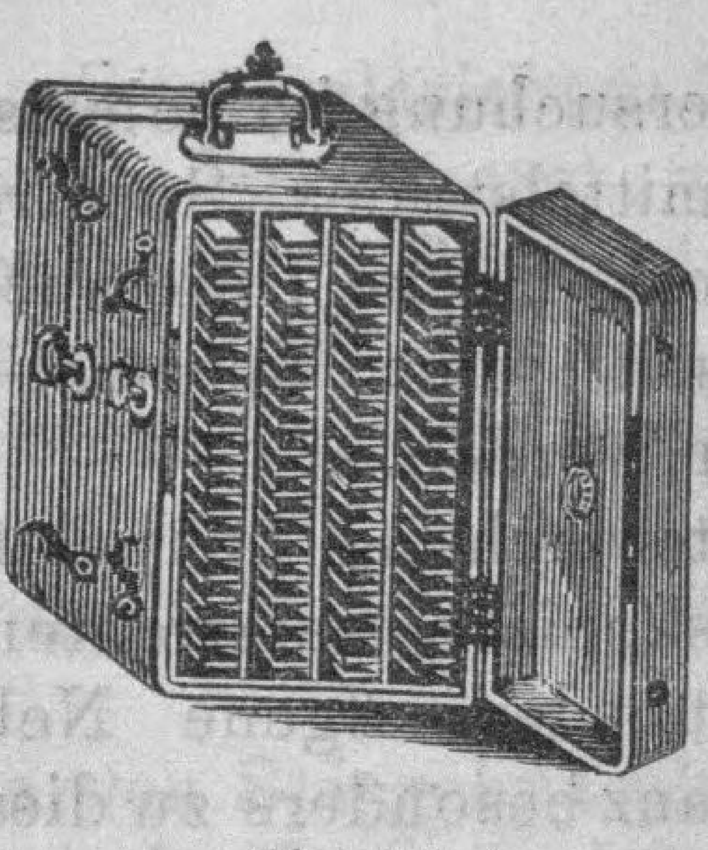


Fig. 168.

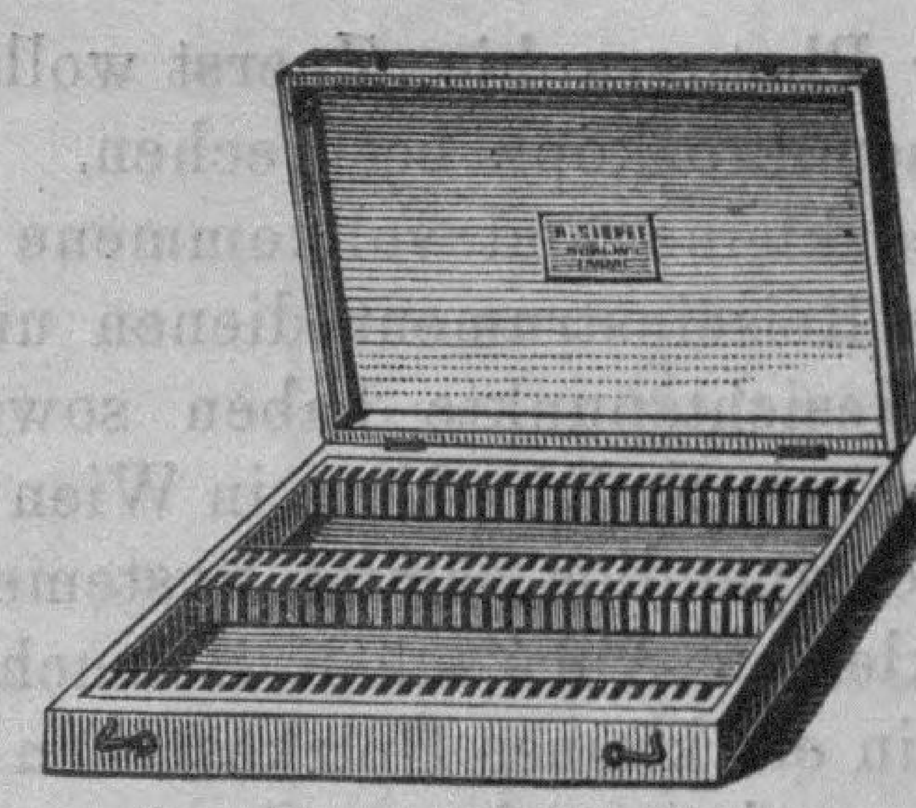


Fig. 169

Methoden sind aber recht umständlich und so zieht man es meist vor, die Objecte unaufgeklebt zu conserviren und horizontal zu lagern. Hiezu eignen sich die bei Siebert erhältlichen Kästchen. Fig. 167 und 168.

Fig. 169 ist weniger geeignet, da hier die Präparate auf der Kante liegen, sich also die Objecte senken können.

Hiemit schliessen wir die Besprechung der Dauerpräparate.

Mikroskope zu besonderen Zwecken.

I. Reisemikroskope.

Es erübrigt uns noch auf der Wanderung durch das Gebiet der Mikroskopie die Technik jener Instrumente zu betrachten, welche besonderen Zwecken dienen, wie z. B. für die Reise, für die optische Analyse, d. h. also für Polarisation oder Spectroskopie und schliesslich

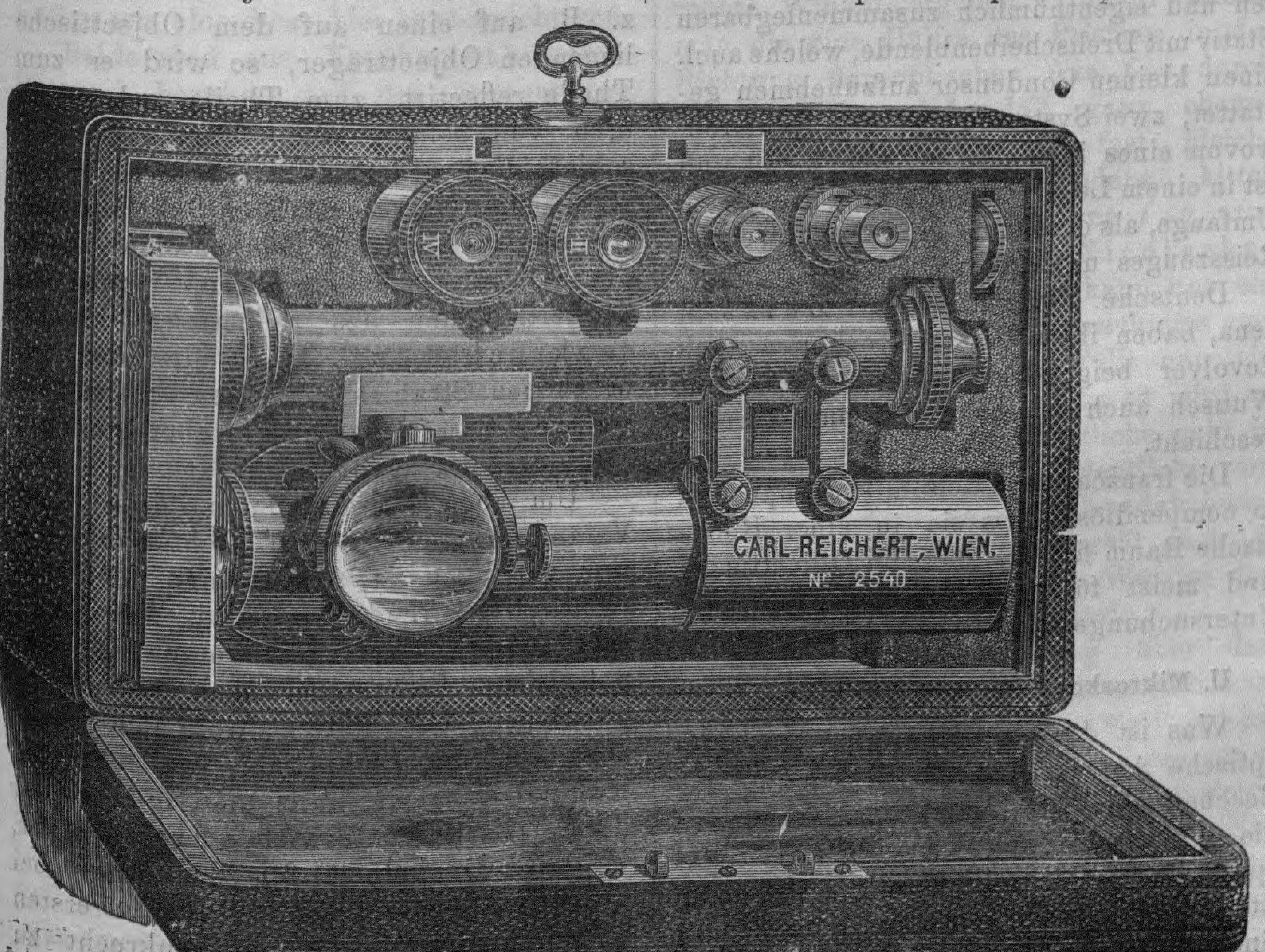


Fig. 170.

jene für Photographie. Zuerst wollen wir die Reisemikroskope besprechen.

Jedes kleine und vollkommene Stativ kann als Reiseinstrument dienen und aus diesem Gesichtspunkte haben sowohl L. Merker, als F. Ebeling in Wien kleine Stative compendiös sammt Systemen und einem kleinen Abbé'schen Beleuchtungsapparat in ein kleines Holzkästchen untergebracht, wobei noch am Stative bei der Säule eine Schraube angebracht wurde, welche gestattet, den Oberkörper (Säule sammt Mikrometerbewegungs - Mechanismus und Tubus) zu entfernen und an dessen Stelle einen Loupenhalter anzubringen. Auch können am Tische Handauflagen angebracht werden. Dadurch kann das Instrument gleich als Präparirmikroskop dienen und damit ja nichts fehle, ist auch eine Tournette zur Anfertigung runder Lackringe im Kasten untergebracht. Diese Beigabe macht das Instrument ein wenig schwer. Leichter und sehr compendiös, wenn auch weniger complet, ist das Reisemikroskop von C. Reichert in Wien, welches wir sub Fig. 170 abbilden.

Dasselbe besteht aus einem vernickelten und eigenthümlich zusammenlegbaren Stativ mit Drehscheibenblende, welche auch einen kleinen Condensor aufzunehmen gestattet, zwei Systemen und drei Ocularen, wovon eines im Tubus stecken bleibt und ist in einem Lederetui von wenig grösserem Umfange, als dem eines grossen Schweizer-Reisszeuges untergebracht.

Deutsche Firmen, so Carl Zeiss in Jena, haben ihren Reisemikroskopen auch Revolver beigegeben, was übrigens auf Wunsch auch seitens der Wiener Firmen geschieht.

Die französischen Reisemikroskope sind so compendiös, dass sie in einer Rocktasche Raum finden, aber die Objecttische sind meist für ernste, wissenschaftliche Untersuchungen zu klein.

II. Mikroskope für optische Analyse.

Was ist das, optische Analyse? Die optische Analyse ist die Erkennung der Beschaffenheit der Naturkörper, respective die Unterscheidung derselben mittelst optischer Hilfsmittel. Streng genommen ist also jede mikroskopische Untersuchung eine solche optische Analyse. Ich nenne aber insbesondere zwei Untersuchungsarten so: die Untersuchung im polarisirten Lichte und jene mittelst des Spectralapparates. Die spectroskopische Untersuchung pflegt ohnedies seit jeher Spectral-Analyse genannt zu werden.

Die Untersuchung im polarisirten und im spectroskopisch zerstreuten Lichte erfordert entweder eigene Nebenapparate oder aber ganz besonders zu diesem Zwecke construirte Mikroskope.

Das Polarisations-Mikroskop.

Das Polarisationsmikroskop beruht darauf, dass die Präparate im polarisirten Lichte betrachtet werden; was polarisirtes Licht ist, das kann in jedem Lehrbuche der Physik nachgelesen werden. Was aber die Hauptprincipien anbelangt, so müssen dieselben von uns hier kurz erörtert werden.

Wir wissen nach der modernen Undulationshypothese, dass ein Lichtstrahl aus schwingenden Aethertheilchen bestehend gedacht werden muss, deren Schwingungen zwar in zur Richtung des Strahles senkrechten Ebenen liegen, innerhalb dieser aber jede Richtung annehmen können. Fällt nun ein solcher Lichtstrahl z. B. auf einen auf dem Objecttische liegenden Objectträger, so wird er zum Theile reflectirt, zum Theile gebrochen, d. h. von seinem Wege abgelenkt. Geschieht dies, so ist, was wir hier besonders zu beachten haben, mit den Schwingungsrichtungen beider Strahlen eine Veränderung vor sich gegangen, indem die Aethertheilchen des reflectirten Strahles senkrecht auf die, die des gebrochenen Strahles dagegen parallel zu der Einfallsebene ebendesselben Strahles schwingen.

Um aber wahrzunehmen, dass diese Veränderung mit einem Lichtstrahle vor sich gegangen ist, müsste man noch eine zweite polarisirende Einrichtung anwenden, man müsste sozusagen versuchen, den polarisirten Lichtstrahl noch einmal zu polarisiren. Dies gelingt wohl nicht, wohl aber wird der Lichtstrahl, welcher einmal polarisirt ist, falls man ihn wieder der Polarisation unterwirft, ausgelöscht, es wird Dunkelheit für das Auge bei einer gewissen, auf die Stellung der ersten polarisirenden Vorrichtung senkrecht zu denkenden Position der zweiten Vorrichtung eintreten. Daran erkennt man, dass

man es mit einem polarisirten Lichtstrahle zu thun hat. Jeder Apparat, welcher also dem gewöhnlichen Lichte Polarisation zu ertheilen vermag (Polarisator) kann auch als Erkennungsmittel für das Vorhandensein derselben, (Analysator) verwendet werden. Als solche Mittel können dienen:

1. Sätze von Spiegelglasplatten (z. B. 30--40 Deckgläschen) welche in einem Winkel von 33° 20' zu der Axe des Mikroskopes stehen, auf welche also die Lichtstrahlen in der Axe des Mikroskopes in der Ergänzung zu einem rechten Winkel d. i. 56° 40' auffallen. (Polarisationswinkel.)
2. Schwarze Spiegel unter obigem Winkel geneigt.
3. Platten aus den hexagonalen säulenförmigen Crystallen des Turmalin geschliffen.
4. Ebensolche Platten von Herapathit.
5. Nicol'sche, Foucault'sche und Prazmowski'sche Prismen.

Da in der mikroskopischen Technik hauptsächlich blos Nicol'sche oder Prazmowski'sche Prismen verwendet werden, wollen wir blos diese hier berücksichtigen.

Beide sind aus Kalkspath gefertigt und beruhen auf der sogenannten Doppelbrechung. Eine Anzahl von Crystallen, und zwar alle, welche dem regulären Crystallsystem nicht angehören, insbesondere aber der Kalkspath — besitzen die Eigenschaft, einen Lichtstrahl in zwei gebrochene Strahlen zu zerlegen. Deshalb erscheint z. B. ein in gewisser Richtung durch einen Kalkspath gesehener Buchstabe doppelt und man nennt den Kalkspath deshalb auch Doppelspath. Der eine der Strahlen bildet mit dem anderen stets einen rechten Winkel. Einer der Strahlen wird in Bezug auf den Einfallswinkel stärker abgelenkt und heisst der ordentliche Strahl, der schwächer gebrochene der ausserordentliche Strahl. Beide Strahlen sind polarisirt.

Nicol hat es nun verstanden, mittelst Zusammensetzung eines Prismas aus zwei eigenthümlich geschliffenen Kalkspathkeilen, indem er selbe mit Canadabalsam zusammenkittete, durch totale Reflexion an der Kittfläche den ordentlichen Strahl ganz zu beseitigen.

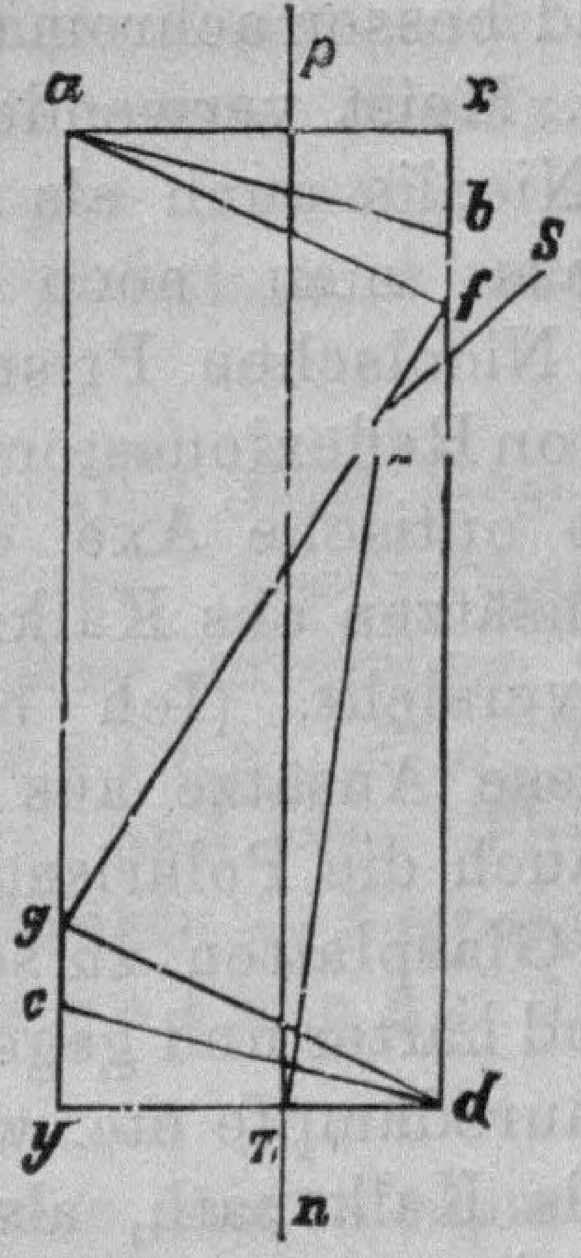


Fig. 171.

Fig. 171 zeigt schematisch, wie ein solches Nicol'sches Prisma hergestellt wird. Ist *a b c d* ein Kalkspathrhomboëder, so werden dessen Endflächen *a b* und *c d*, welche mit den Seitenkanten einen Winkel von nahezu 71° bilden, zunächst derart abgeschliffen, dass sie mit denselben nur mehr einen Winkel von 68° bilden und dass die neuen Flächen mit der optischen Axe des Crystalles *g f* rechte Winkel ergeben. Hierauf nimmt man die eine Hälfte des Prismas in der Richtung der optischen Axe *f g* durch Schleifen weg, behandelt ganz ebenso die andere Hälfte eines fast gleichgrossen Kalkspathrhomboëders, kittet beide Hälften in der Richtung *f g*, zusammen und erhält so ein Nicol'sches Prisma. Dieselbe Fig. 171 kann uns ein solches schematisch im Längsschnitte vorstellen, nämlich *a f d g*. Fällt nun ein Lichtstrahl in dieses Prisma, so wird er gespalten. Der ausserordentliche geht in der Richtung *n p*, der ordentliche von *n* nach *q*, wird an der Canadabalsamfläche bei *z* reflectirt und geht nach *s*, wo er von den geschwärzten Wänden des Instrumentes verschluckt wird.

Aus obiger Darstellung über das Wesen des polarisirten Lichtes wird man leicht einsehen, dass man zwei solche Nicol'sche Prismen braucht. Eines zum Polarisiren und eines zum Analysiren, Polariseur und Analyseur. Wir wollen gleich hier erwähnen, dass Zeiss bei seinem Analyseur ein Prazmowski'sches Prisma anwendet, welches in einem Ocular zwischen den zwei Linsen unterge-

bracht ist und besser achromatisch wirkt, als ein Nicol. Meist verwendet man aber gewöhnliche Nicol's auch als Analyseure, höchstens dass man noch die obere Fläche des Nicolschen Prismas behufs Vermeidung von Reflexionsstörungen senkrecht auf die optische Axe des Mikroskopes mit Ansätzen aus Kalkspath *a b x* und *c d y* versieht. (Ich habe vorgeschlagen, diese Ansätze aus G l a s zu machen und auch die Polariseure mit a u f g e k i t t e t e n Glasplatten zu schützen, da Glas bedeutend härter und gegen Abputzen von Staub, Säuredämpfe etc. widerstandsfähiger ist, als Kalkspath, also die Prismen dadurch dauerhafter werden.)

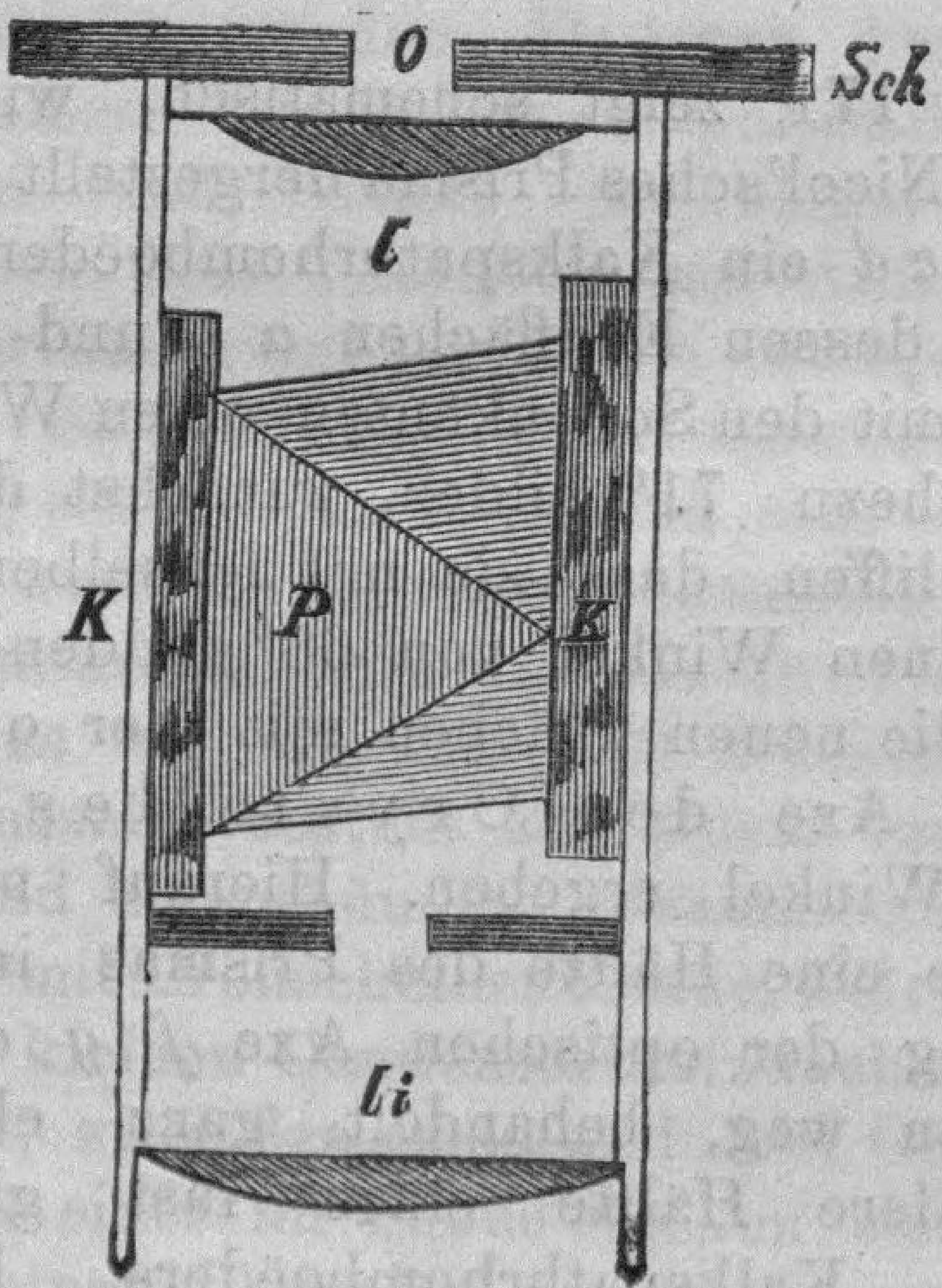


Fig. 172.

Fig. 172 zeigt das Z e i s s'sche Analyseurocular. *P* ist das P r a z m o w s k i-sche Prisma, welches in einem H u y g h e n s'schen Oculare mittelst der Korkplatten KK_1 zwischen den Linsen *l* und l_1 festgehalten wird.

Die Strahlen werden theils parallel zur brechenden Kante des Prisma polarisirt und gehen dann ohne Ablenkung durch, theils werden sie senkrecht zur brechenden Kante polarisirt, werden dann gegen die geschwärzte Innenfläche *Sch* geworfen und verschluckt, so dass nur die ersteren durch o in's Auge gelangen. Hier ist der Analyseur mit dem Oculare fest verbunden.

Meist, und so machen es R e i c h e r t, M e r k e r und E b e l i n g in Wien, wird aber der Analyseur zum Aufsetzen auf das Ocular eingerichtet, so dass man dann rasch den Analyseur entfernen und die Oculare wechseln kann, obgleich schwächere Oculare auch hier die besten Bilder geben.

Fig. 173 zeigt eine solche Einrichtung, mittelst welcher man jedes mit einem A b b e'schen Condensor versehene Mikroskop zu Polarisationsversuchen gewöhnlicher Art benützen kann. Links sieht man den Analyseur, der auf den Tubus über dem Ocular aufgesetzt werden kann, rechts den Polariseur, welcher in die Blendscheibe des A b b é'schen Condensors kommt, denn es empfiehlt sich, da man beim Polarisiren fast 75% der ursprünglichen Lichtstärke verliert, den Condensor zur Lichtverstärkung zu benützen. Der Analyseur hat eine Kreistheilung und wir werden gleich sehen weshalb.

Versehen wir irgend ein grösseres Mikroskop, welches mit A b b é'schem Beleuchtungsapparate ausgestattet ist, mit dem Polarisationsapparate, indem wir den Polariseur in die Blendöffnung des Condensors, den Analyseur aber auf

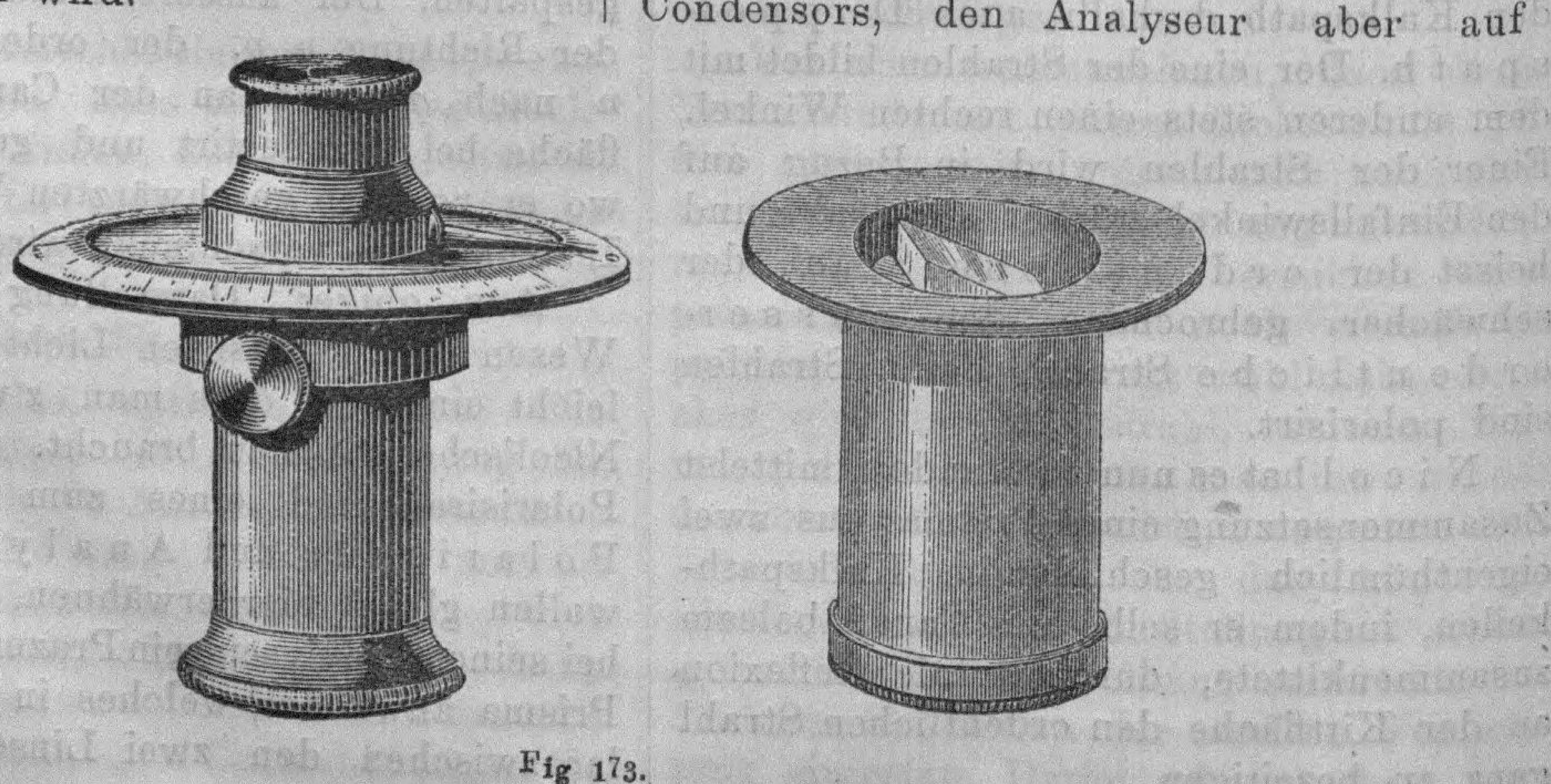


Fig 173.

den Tubus über dem Ocular aufsetzen und blicken, ohne das ein Object auf dem Tische desselben liegt, nach Anschrauben eines mittelstarken Systemes (ich nehme meist Merker's System 4 hiezu) und nach entsprechender, kräftiger Beleuchtung welche wir am besten durch Spiegelrichten nach abgesetztem Analyseur vornehmen — nach Aufsetzung des Analyseurs, welchen wir gleichzeitig langsam drehen, durch das Instrument durch, so sehen wir, dass Licht und Dunkelheit langsam, aber stetig abwechseln, so wie wir den Analyseur drehen.

Stellt man nun die Kreistheilung am Analysator auf 90 und dreht unten den Polarisator so lange, bis das Gesichtsfeld ganz schwarz erscheint (gute Polarisationsapparate müssen das Gesichtsfeld bei Anwendung schwacher und mittlerer Objective tiefschwarzblau erscheinen lassen!) so wird man sehen, dass bei weiterer Drehung an dem Analysator bis auf 180° das Gesichtsfeld hell wird und bei noch weiterer Drehung bis 270° wieder dunkel und auf 0° zurück wieder hell. Wir sehen also, dass die Stellung der Nicols bei 0° und 90° eine parallele, bei 90° und 270° eine gekreuzte war. Bei gekreuzten Nicols wurde eben der polarisirte Strahl durch den Analyseur ausgelöscht. Lassen wir nun unseren Apparat auf 90° stehen, so dass er Finsterniss zeigt und bringen nun einige Körner Stärkemehl, in Wasser oder besser in Canadabalsam eingelegt, auf den Objecttisch, so werden wir eine merkwürdige Erscheinung beobachten: Die Stärkekörner werden leuchtend auf weissem Grunde erscheinen und ein dunkles Kreuz zeigen, welches die Schichten vom Kerne, dem organischen Centrum aus, durchzieht. Andere organische Körper, wie Baumwolle, Leinwand, Haare, Muskelfasern, ja die ganzen Körper lebender Insecten (z. B. Mückenlarven und dgl.) werden ebenfalls im dunkeln Gesichtsfelde aufleuchten. Weil dies die doppelbrechenden Crystalle von verschiedenen nicht regulär crystallisirenden Substanzen auch thun, so schliesst man daraus, dass die vorerwähnten organischen Gebilde doppelte Brechung haben. Diese richtet sich auch bei den organischen Körpern, sowie bei den Crystallen nach den sogenannten Elasticitätsaxen. Hier zeigt sich eine schöne Analogie zwischen dem Wachsthum eines Stärkekornes und dem eines Crystalles!

Wer sich über diese interessanten, hier nicht näher zu besprechenden Untersuchungen näher informiren will, dem sei G. Valentin's „Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe im polarisirten Lichte — Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann 1861" bestens empfohlen.

Bringt man ein Präparat zwischen die gekreuzten Nicols, welches viele und ziemlich grosse Crystalle enthält, die nicht dem regulären System angehören, wie z. B. ein verdunsteter Tropfen Zuckerlösung oder Lösung von chlorsaurem Kali solche aufweist, so sieht man herrliche Farben zwischen den gekreuzten Nicols auftreten. Dreht man nun das Präparat, so sieht man, dass die Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben wechselt und bei einer gewissen Stellung ihr Maximum erreicht. Im allgemeinen wird, wenn man blos einen Crystall in's Auge fasst, bei der Drehung durch die sogenannten 4 Quadranten das Licht- und Schattenspiel in denselben abwechselnd heller auftreten und zu erlöschen scheinen. Deshalb gibt man den Mikroskopen zu Polarisationszwecken gerne eine solche Einrichtung, dass der Tisch, der dann rund gemacht und mit Eintheilung in 360° versehen wird, sich allein*) um seine verticale Axe drehen lässt. Merker fertigt derartige kleine und sehr nette Instrumente schon für sehr bürgerliche Preise an. Ebeling hat, um diesen Instrumenten, die ja auch als feine Messinstrumente dienen, einen recht festen Stand zu geben, den Hufeisenfuss verbessert. Fig. 174 zeigt ein solches Stativ mit Polarisationsapparat. *A* ist der Analyseur, *p* der in den Abbé'schen Beleuchtungsapparat drehbar eingesetzte Polariseur. Der Tisch ist rund und lässt sich um seine Axe drehen. Die senkrecht auf einander gerichteten Schrauben *a* und *b* gestatten, den Tisch sammt dem darauf liegenden Präparate genau zur optischen Axe zu centriren.

*) Nicht auch der ganze Oberkörper des Statives wie dies S. 11 u. 12 beschrieben wurde.

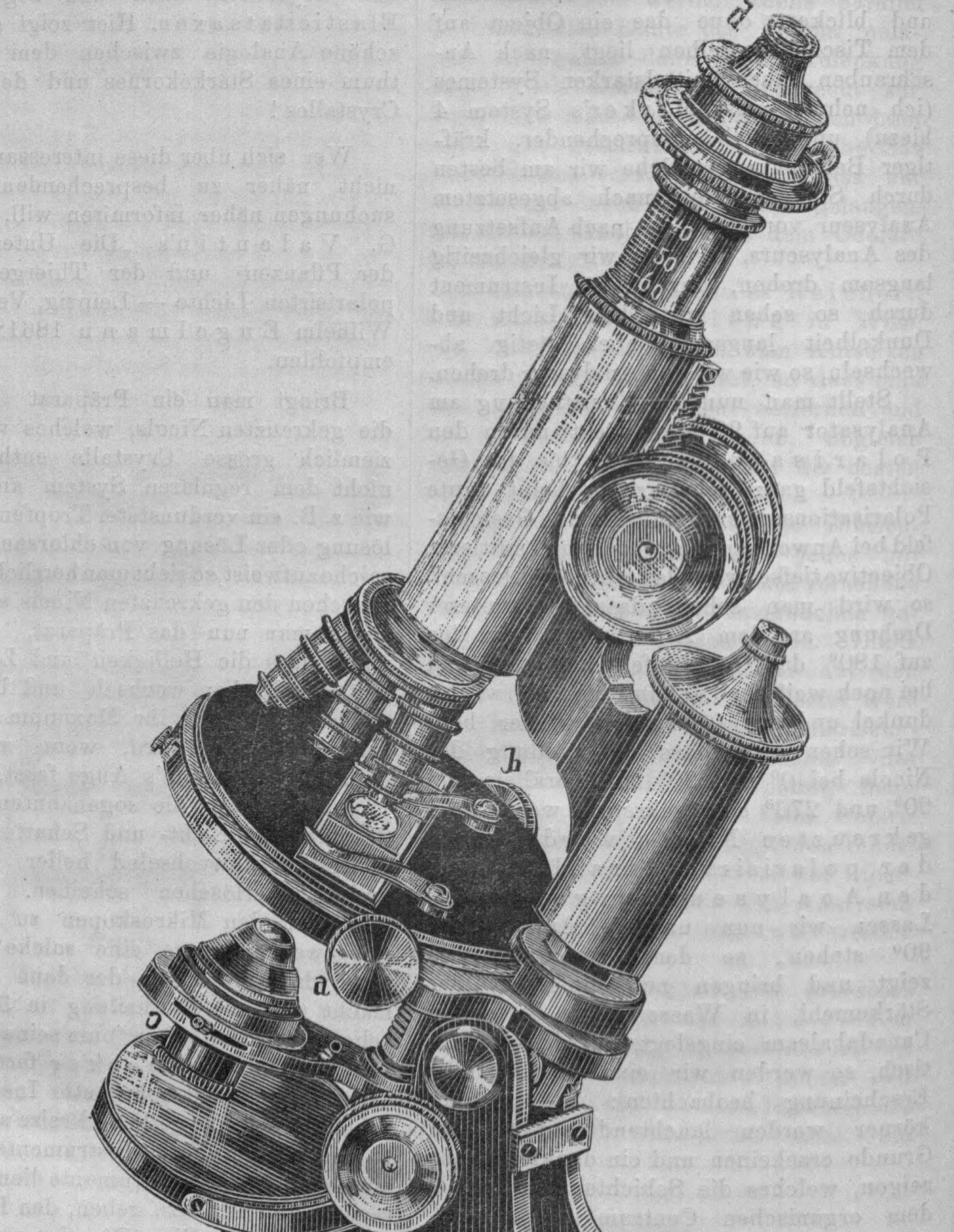


Fig. 171.

Derlei Stative fertigen auch Reichert und Merker, aber ohne das neuartige Ebeling'sche Hufeisen. Da diese Stative umlegbar sind, Abbé'sche Beleuchtung, Drehung des Tisches um die optische Axe und Verstellbarkeit desselben mittelst Schrauben *a* und *b* um einige Millimeter (was den oben beschriebenen, beweglichen Objecttisch einigermassen ersetzt) besitzen, so eignen sie sich, wenn auch die Theilung des Tischrandes in 360°, wie sie zur Goniometrie und Polarisation nöthig ist, wegbleibt, — zu allen möglichen Zwecken und werden insbesondere zur Mikrophotographie gerne angewendet.

Doch gehen wir weiter.

Bringen wir zwischen die gekreuzten Nicols ein Gypsplättchen oder ein Glimmerplättchen, oder einen Schliff aus Quarz, welcher gleichmässig dick ist, so wird das bisher dunkle Gesichtsfeld auf einmal hell und farbig erscheinen. Die Farbe verändert sich, je nachdem man den Analysator dreht. Auch mit der Dicke der Platten wechselt die Art der Farben und ihre Aufeinanderfolge. Die Gypsplättchen geben sehr lebhafte Farben. Schrauben wir ein solches Gypsplättchen oder eine Quarzplatte zwischen System und Tubus, (etwa in ein Zwischenstück) oder legen es über den Polarisator und bringen nun ein schwach doppeltbrechendes Object auf den Objecttisch, so sehen wir, dass nun die Polarisation, respective Doppeltbrechung lebhafter hervortritt, als ohne diese Behelfe.

Derlei Gyps- oder Glimmerplättchen werden deshalb benützt, um sehr zart auftretende Doppelbrechungen zur Erscheinung zu bringen und man hat sie je nach den Farben, die sie geben, in drei Ordnungen getheilt. Man kommt aber mit einer Collection von 8 solchen Plättchen nach Hugo v. Mohl, wie solche bei allen Mikroskopfabrikanten zu haben sind, für die meisten Fälle aus. Wer sich über die Anwendung dieser Behelfe näher orientiren will, dem sei die Darstellung von Dr. Dippel in seinem Werke: „Das Mikroskop und seine Anwendung", Erster Theil, alte Auflage (Braunschweig, 1867), S. 406 u. ff. empfohlen. Da dieses Thema, ausführlich behandelt, ein Buch füllen würde, können wir hier darauf nicht näher eingehen.

Ausser Quarzplatten und Glimmer- und Gypsplättchen — wendet man auch Quarzkeile, insbesondere aber combinirte Quarzplatten an, deren Theile verschieden geschliffen sind, so dass eine Hälfte links, die andere rechts dreht. Was dies heisst, wollen wir gleich erklären. Dieses „Drehen" bezieht sich auf die Polarisationsebene des Lichtstrahles. Diese Drehung tritt im Bergkrystall (Beryll-, crystallisirter Quarz), ferner in Zuckerlösungen, Terpentinöl und anderen Flüssigkeiten auf. Die Thatsache ist die: Wenn ein geradlinig polarisirter Lichtstrahl durch diese Stoffe hindurchgeht, so wird seine Polarisationsebene um einen gewissen Winkel (gegen rechts oder links) gedreht; die Grösse des Winkels ist bei verschiedenen Farben etwas verschieden und übrigens proportional der Dicke der durchlaufenen Schicht, bei Lösungen auch der Concentration der gelösten Stoffe. Sieht man durch das mit Quarzplatte verschiedener Drehung armirte Instrument durch, so werden die beiden Kreishälften, in welche man das Gesichtsfeld getheilt sieht, verschieden gefärbt, stets aber complementär, z. B. hellblau und orange, dunkelblau und purpur u. s. w. erscheinen.

Dreht man an dem Analysator, so wird rascher Wechsel dieser Complementärfarben auftreten, schliesslich aber wird ein Punkt erreicht werden, bei welchem beide Hälften gleichmässig blau erscheinen werden und wo jede Rückung am Analysator eine Farbenänderung hervorrufen wird. Diesen sogenannten neutralen Punkt kann man aber auch auf die Art erreichen, dass man den Analysator auf 0° stellt und den Polarisator solange dreht, bis beide Gesichtsfeldhälften blau gefärbt erscheinen. Hängt man nun ein Rohr, etwa mit künstlicher Traubenzuckerlösung gefüllt in den Tubus, ohne an der Stellung der Nicols etwas zu ändern, so wird man den Analysator um einen gewissen Winkel rechts drehen müssen, bis wieder der neutrale Punkt erreicht ist. Bei Fruchtzucker (Laevulose) würde man den Analysator haben links drehen müssen, um den neutralen Punkt zu erreichen. Man sagt deshalb, Rohrzucker, Glycose, Harnzucker, Lactose, Galactose, Dextrin u. s. w. sind rechtsdrehende Substanzen, Laevu-

lose, arabischer Gummi, Citronenöl, Ol. Terebinth., Aq. Laurocerasi sind linksdrehende Substanzen.

Früher hing man thatsächlich solche Glasröhren in das Polarisations-Mikroskop und berechnete sich mühsam die Zuckerpercente, welchen gewisse Drehungen am Analysator entsprachen. Jetzt kauft man für mässigen Preis bei unseren Mikroskoperzeugern derlei complete Sacharimeter nach Prof. Ultzmann, welche sich sehr gut für Bestimmungen von Zucker in Harn (bei Zuckerharnruhr) oder in Wein eignen und die grossen, theueren Polariskope einigermassen ersetzen. An diesen Sacharimetern kann man die Zuckerpercente direct oder mit Hilfe beigegebener Tabellen ablesen. Sie enthalten schon die Nicols und die zweitheilige Quarzplatte in sich und zeigt die Durchschnitts-Fig. 175 die ganze Einrichtung so

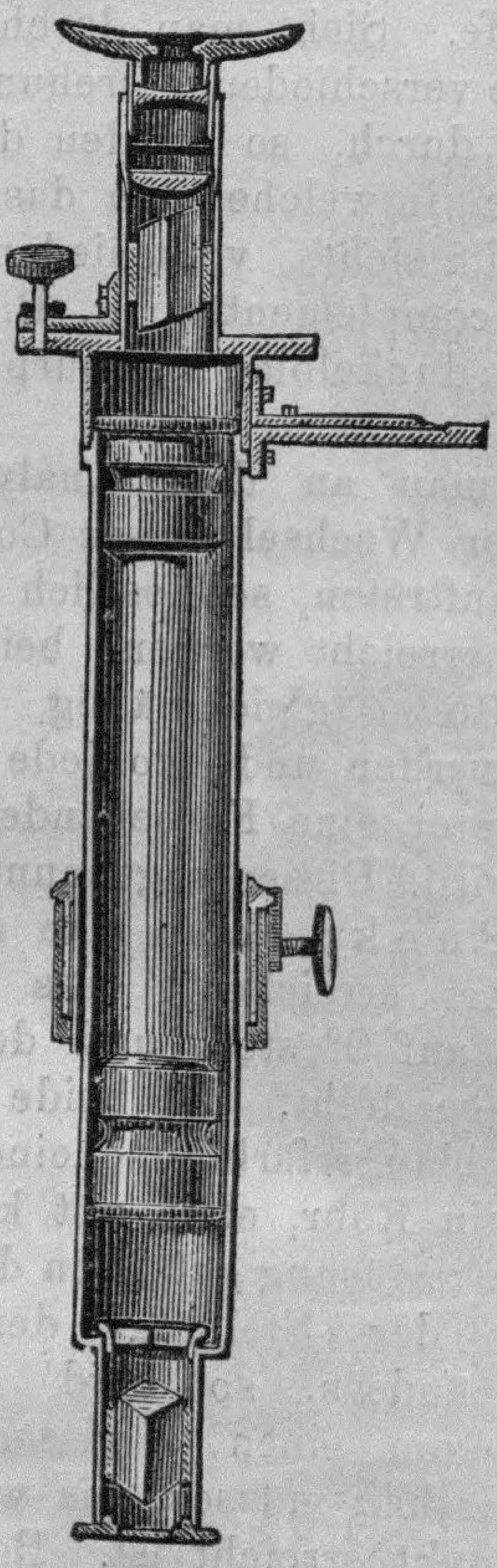


Fig. 175.

deutlich, dass eine weitläufige Erläuterung überflüssig erscheint. Das Instrument ist aber so wichtig für die optische Analyse, dass wir es im Folgenden kurz beschreiben und seinen Gebrauch erläutern wollen.

Der optische Theil des Instrumentes besteht aus 2 Nicolschen Prismen, einer Doppelplatte aus rechts- und linksdrehendem Quarz, einem achromatischen Fernrohr und einer Glasröhre für den zu untersuchenden Harn oder Wein u. dgl.

Man nimmt die Glasröhre aus dem Instrument, stellt den Nonius genau auf 0 des Theilkreises. Die beiden Hälften der Quarz-Doppelplatte geben jetzt ganz genau gleiche blaue (nicht gelbe) Färbung; hievon hängt die Genauigkeit der Untersuchung ab.

Man füllt nun den zu untersuchenden, vollständig klaren, wasserhell entfärbten und filtrirten Wein oder Harn in die Röhre, so dass keine Luftblasen in derselben zurückbleiben und bringt die Röhre in das Instrument zurück. Beim Durchsehen wird man jetzt augenblicklich finden, dass die beiden Hälften der Doppelplatte nicht mehr gleiche Färbung haben, sobald der zu untersuchende Wein oder Harn noch unvergohrenen Zucker enthält. Man dreht darauf den Index des Analysators ein wenig, entweder nach rechts oder links, bis die beiden Hälften der Doppelplatte wieder die gleiche bläuliche Farbe zeigen wie vorher. Hat man den Index nach rechts drehen müssen, um die gleiche Färbung herzustellen, so befindet sich künstlicher Traubenzucker, oder dessen der zersetzenden Wirkung der Gährung widerstehenden Bestandtheile in dem Wein oder es liegt diabetischer Harn vor.

Die geringste Drehung nach links bekundet, dass der Wein nur natürlichen Traubenzucker enthält, also ein reiner, noch unzersetzten, linksdrehenden Zucker enthaltender Wein ist.

Bleibt endlich die gleiche Färbung der Doppelplatte unverändert, wie es bei den meisten Tischweinen der Fall sein wird, so ist der Wein ebenfalls frei von künstlichem Traubenzucker, da die der Gährung widerstehenden gummiartigen Bestandtheile des letzteren stets, auch bei geringen Mengen, eine ungleiche Färbung der Doppelplatte bewirken werden, die nur verschwindet, wenn man den Index nach rechts dreht.

Da nun starkgefärbter oder trüber Wein sich nicht gut zur Untersuchung eignet, so muss man denselben vorher

klären, welches auf die Weise geschieht, dass man das Kölbchen bis zu 50 ccm mit Wein füllt, dann 5 ccm Bleiessig zusetzt, schüttelt und filtrirt. Noch klarer wird derselbe durch Zusatz von gereinigter Thierkohle vor dem Filtriren. Durch dieses Verfahren werden die bei der optischen Probe in Frage kommenden Bestandtheile des Weines nicht im geringsten verändert.

Als Lichtquelle benutzt man am besten weisses Wolkenlicht, gegen welches das Instrument gerichtet wird; das Sacharimeter kann auch in jedes Mikroskop an Stelle des Tubus eingeschoben werden, und die Beleuchtung wird dann durch den Spiegel hergestellt. Es genügt auch eine Petroleumflamme zur Beleuchtung; einer, bei sehr subtilen polarimetrischen Untersuchungen gebrauchten sogenannten Natriumflamme (Flamme durch Natriumsalze gelb gefärbt) wird man hier entrathen können.

Einige allgemeine Regeln*) für den Gebrauch der Sacharimeter sollen hier Platz finden:

Vor Untersuchung der Flüssigkeiten versäume man nicht, solche thunlichst zu entfärben und zu klären, auch solche, bei denen man einen sehr starken Percentgehalt vermuthet, vorher entsprechend zu verdünnen. Bei Füllung des Beobachtungsrohres vermeide man Luftblasen, indem man bis zum Rande füllt und mit dem Deckgläschen die Kuppe der Flüssigkeit zur Seite schiebt.

Sind die zu untersuchenden Lösungen trüb, so werden sie zuerst durch gewöhnliche Filtration geklärt.

Gefärbte Lösungen müssen erst entfärbt werden. Dies geschieht bei Rohrzucker auf folgende Weise: Man füllt ein kleines Kochfläschchen, das an seinem Halse zwei Marken besitzt, deren untere einem Volumen von 100 ccm, deren obere einem solchen von 110 ccm entspricht, bis an die untere Marke mit Zuckerlösung, der man bis an die obere Marke Bleiessig zusetzt. Schüttelt man den Inhalt jetzt kräftig durcheinander, so wird man nach dem Absetzen und Filtriren eine vollkommen farblose Flüssigkeit erhalten, die man sofort polarisiren kann, wobei jedoch nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass die Anzahl der abgelesenen Grade, wegen der vorgenommenen Verdünnung, um $^1/_{10}$ zu erhöhen ist. Eiweisslösungen müssen zum Zwecke der Entfärbung filtrirt werden; bei schwacher Färbung genügt die gewöhnliche Filtration, stark gefärbte Lösungen dagegen müssen über frischer Knochenkohle, unter Umständen sogar öfters, filtrirt werden.

Ist ein diabetischer Harn sehr hellgefärbt und klar, so kann er filtrirt und sofort in die Glasröhre behufs Bestimmung gefüllt werden. Dunkel gefärbter, trüber, oder Eiweiss führender Harn muss zuerst geklärt und von allen störenden Substanzen befreit werden. Auch hier führt eine zehnpercentige Lösung von Bleizucker zum Ziele, indem durch dieselbe ein weisses flockiges Präcipitat aus Chlorblei, schwefelsaurem und phosphorsaurem Bleioxyd bestehend, ausgeschieden wird, welches alle Farbstoffe des Harnes, sowie auch den etwaigen Eiweissgehalt, mit sich reisst. Wird diese Flüssigkeit nunmehr filtrirt, so erhält man eine beinahe wasserhelle Lösung, welche die Zuckermenge unverändert enthält.

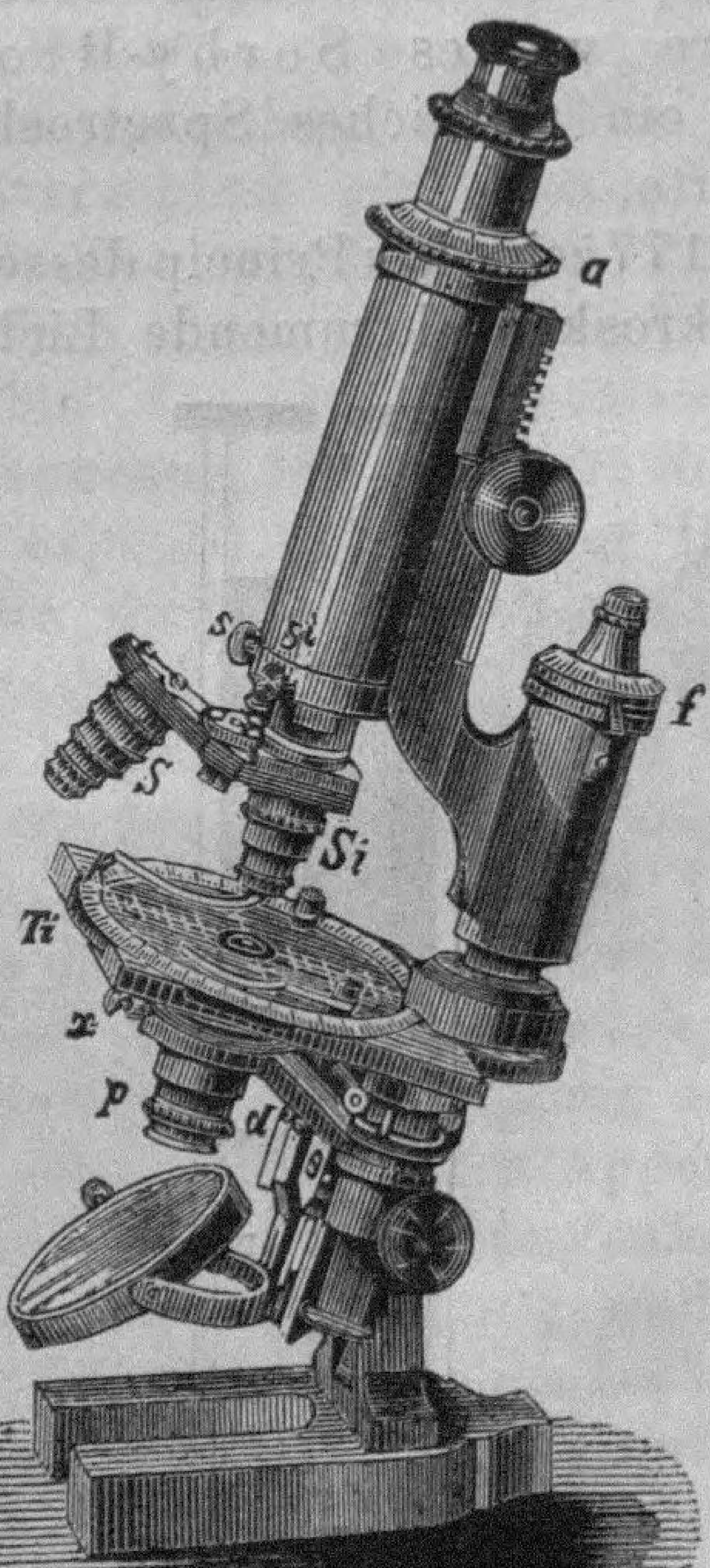


Fig. 176.

*) Entnommen aus: Unsere modernen Mikroskope und deren sämmtliche Hilfs- und Nebenapparate von Otto Bachmann. Verlag von R. Oldenbourg, München und Leipzig.

Wir schliessen das Capitel über Polarisation, indem wir ein eigens nur für diese Untersuchung gebautes Mikroskop in Fig. 176 abbilden. Das Stativ hat drehbaren Tisch *Ti* mit Kreistheilung *K*, der Polarisator ist an dem drehbaren Arm *d* angebracht, so dass rasch polarisirtes mit nichtpolarisirtem Licht gewechselt werden kann. Bei *S* und S_1 sind ein starkes und schwaches Trockensystem am Revolver zum Wechseln angebracht. Die Systeme können mit den Schrauben *s* und s_1 in der optischen Axe centrirt werden. Am Tubus ist ein Hebel angebracht, welcher tabernakelartig einen Verschluss lüftet, in den man Quarzplatten und Keile u. dgl. bringen kann. *a* ist der Analysator. Die Mikrometerschraube *f* hat Focimeter - Theilung. C. Reichert hat neuerdings für Prof. Tschermak ein noch vollkommeneres Stativ mit drei Nicols construirt, welches Instrument jedoch in diesem Leitfaden wegen Raummangels nicht beschrieben werden kann.

Das Spectral-Mikroskop.

Es lag nahe, dass man die von Kirchhoff und Bunsen entdeckte Spectralanalyse auch unter dem Mikroskope zu verwenden suchte. Insbesondere war es Sorby-Browning, welcher ein treffliches Spectroskopocular construirte.

Fig. 177 zeigt das Princip desselben. Das vom Mikroskop kommende Licht passirt

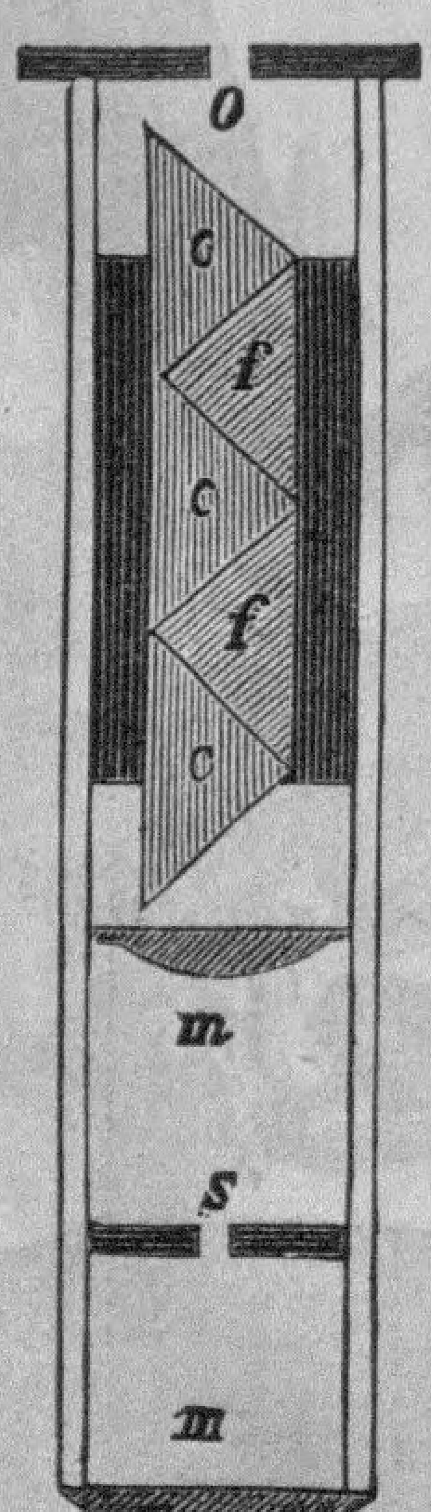


Fig. 177.

das Collectiv m_1 und das Ocularglas *m* und zwischen den beiden den sehr wichtigen verstellbaren Spalt *s*. Die Prismen *c* sind aus Crownglas, jene *f* aus Flintglas. Die in gemeinschaftlicher Richtung von m_1 durch *s* ein fallenden Lichtstrahlen legen in den Prismen ungleiche Wege zurück und treten bei *o* dispersirt aus. Man sieht, wenn man z. B. eine Glaszelle*) mit bis zur Durchsichtigkeit mit Wasser verdünntem Blute aus einer Leiche eines an Kohlenoxyd Erstickten auf den Objecttisch bringt — ganz deutlich das Absorptionsspectrum des Oxyhämoglobins, was forensische Wichtigkeit hat. Ebeling fertigt ähnliche Spectroskope „à vision directe“ schon für 20 fl. an, auch Tachenspectroskopemit Vergleichsprisma**) sind bei ihm zu haben. C. Reichert und wohl auf Wunsch auch Merker oder Ebeling fertigen derlei Instrumente mit beweglichem Spalte und anderen Feinheiten an, welche wir, da das Spectroskop am Mikroskope viel seltener benützt wird, als an und für sich oder als an den astronomischen Fernröhren, hier übergehen.

Wir verlassen das Gebiet der optischen Analyse mit dem Bemerken, dass Combinationen von Polarisation und Spectroskopie mit Glück von mehreren Optikern versucht wurden.

So benützte Prof. Rolett mit Erfolg den nach seiner Angabe von Zeiss in Jena ausgeführten Spectropolarisator zur genauen Bestimmung der Doppeltbrechung in mikroskopischen Präparaten insbesondere der Muskeln. Wer sich hiefür interessirt, möge in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, Jahrg. I, p. 366 das Bezügliche nachlesen.

III. Mikroskope für Photographie.

Durch die colossale Verbreitung der Photographie als Amateurkunst, welche wieder durch die Trockenplattentechnik hervorgerufen wurde, gewann auch die Mikrophotographie einen neuen Aufschwung. Wenn auch für sehr starke Vergrösserungen Apochromate und Com-

*) Eine solche Glaszelle ist auf S. 157 in Fig. 104 abgebildet.

**) Ein Prisma, welches mittelst eines Spiegels gewöhnliches Tageslicht oder Lampenlicht zugeführt erhält und so das Spectrum dieser Lichtquellen neben jenem des zu untersuchenden Gegenstandes im Instrumente zur Erscheinung bringt, wodurch Abnormitäten durch Vergleich beider Spectra hervortrete.

pensations-, resp. Projectionsoculare nöthig sind, um mustergiltige Aufnahmen zu erzielen, ermöglichen es die sogenannten orthochromatischen Platten mit Hilfe einer Petroleumlampe, einer Cüvette mit Pikrinsäurelösung und gewöhnlichem verticalem Stative, mit jedem guten Objectivsystem gute Aufnahmen zu machen.

Man sollte aber, bevor man zur Mikrophotographie schreitet, erst genügende Uebung in der gewöhnlichen Photographie sich aneignen und ich muss im Folgenden voraussetzen, dass der Leser schon mikroskopiren und photographiren kann, wenn er die nachbeschriebenen Apparate verstehen soll. Wer sich mit der Mikrophotographie ernstlich befassen will, dem sei Dr. R. Neuhaus' Lehrbuch der Mikrophothographie empfohlen. Es erschien 1890 bei H. Bruhn in Braunschweig. Wer aber blos zeitweilig besonders gelungene Präparate, (denn nur solche sollten photographirt werden) photographiren will, für den genügt Dr. R. Neuhaus': „Die Mikrophotographie und die Projection“ Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp 1894. zur Orientirung.

Sowohl Reichert, als Ebeling und Merker fertigen gute Stative und Apparate für Mikrophotographie. Für alle photographischen Zwecke genügt das auch für Polarisation geeignete Stativ Fig 174 von Ebeling und die ähnlich construirten von C. Reichert und von L. Merker.

Was die Camera anbelangt, so meint Dr. R. Neuhaus, es genüge jede Touristencamera und ein umlegbares Stativ. Neuhaus empfiehlt nämlich blos für sogenannte horizontale Apparate und betont weiters, dass Camera und Mikroskop auf gesonderten Tischen aufgestellt werden müssen, um Erschütterungen beim Wechseln der Cassette nicht auf das Mikroskop zu übertragen. Wir geben, besonders für Anfänger, den verticalen Apparaten, welche ohne Umlegung des Statives das Object direct, wie man es noch soeben mit dem Auge wahrgenommen hat und wie es im unbedeckten Tropfen oder im Uhrglase liegt — zu photographiren gestatten, den Vorzug.

Fig. 178 zeigt einen ganz kleinen verticalen Apparat. Man setzt ihn einfach auf den Tubus ohne Ocular an Stelle

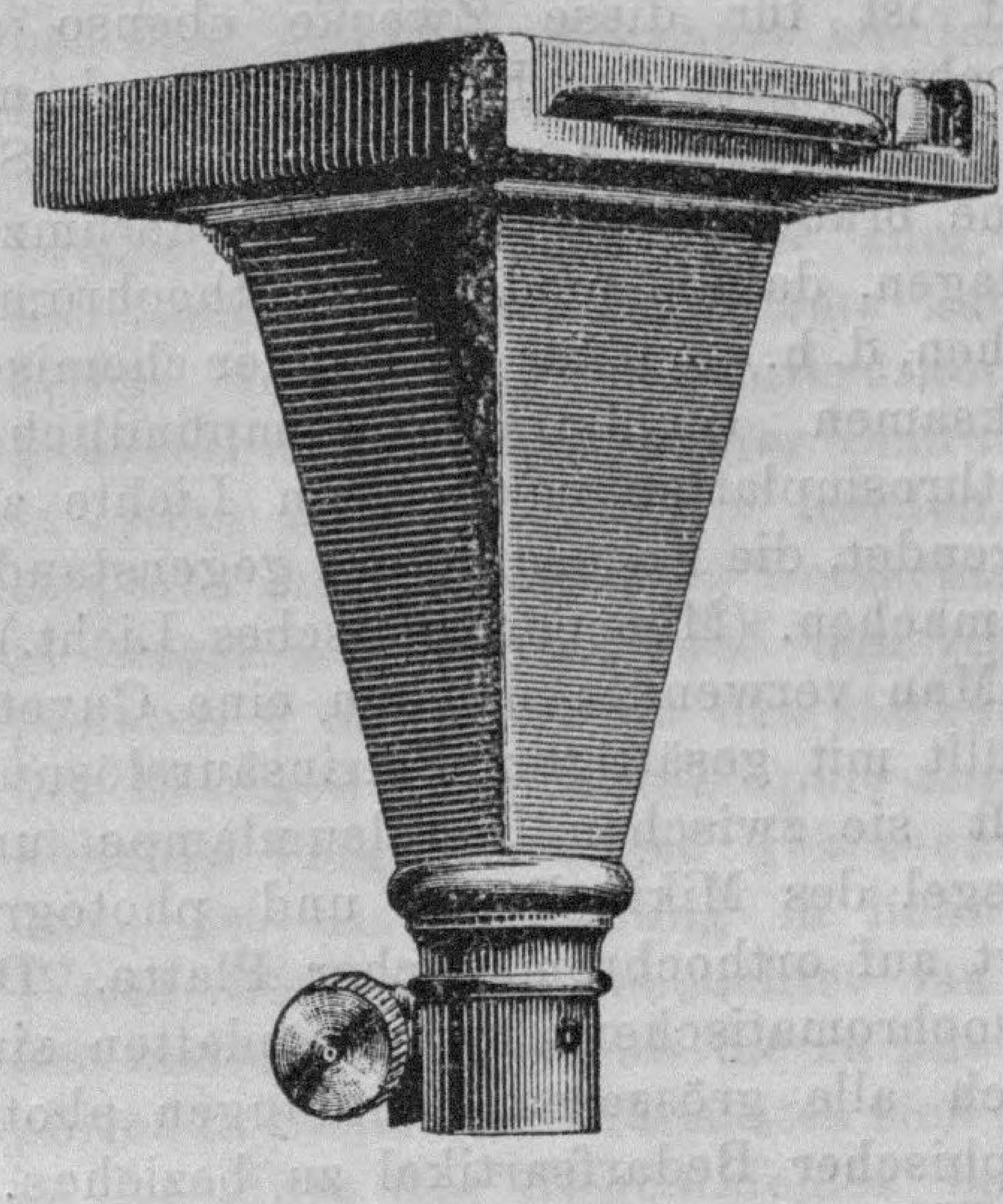


Fig. 178.

desselben auf, nachdem man das Object gestellt hat, wie man es braucht, bringt an Stelle der Cassette eine matte Glastafel ein, stellt dann das Mikroskop ein, bis das Bild erscheint, nimmt dann die matte Platte heraus und legt eine Spiegelplatte an Stelle derselben ein; stellt auf diese Platte eine Dreifussloupe, welche nun als Ocular wirkt und stellt nun erst die feinsten Details am Luftbilde ein, was auf der matten Platte nicht möglich wäre. Dann hebt man die Glasplatte heraus und setzt vorsichtig, nachdem man den Klappenverschluss geschlossen, die Cassette mit der empfindlichen Platte ein. Dann öffnet man den Cassettendeckel, wartet bis das ganze Instrument zur Ruhe gekommen, löst erst jetzt die Klappe aus und exponirt, je nach der Helligkeit. Die Platte wird dann entwickelt wie in der Photographie üblich. Das Bild wird natürlich nicht gross sein, kann aber vergrössert werden. Als Beleuchtung bedient man sich in wissenschaftlichen Instituten meist des directen Sonnenlichtes mit einem Heliostaten, d. h. einem Uhrwerk, welches mittelst Spiegels der Bewegung der Sonne folgend, stets Licht in den Apparat wirft und kann damit Momentaufnahmen von Infusorien, die in Bewegung sind u. dgl. machen, oder des electrischen Lichtbogens.

Für gewöhnliche Zwecke reicht das Auer'sche Glühlicht oder die Petroleumflamme einer guten Rundbrennerlampe aus und das elektrische und Circon-

licht ist für diese Zwecke ebenso zu entbehren, wie der Heliostat. Auch mit der sogenannten Focusdifferenz der Systeme brauchen wir uns nicht herumzuschlagen, da die modernen orthochromatischen, d. h. auch für die minder chemisch wirksamen Lichtstrahlen empfindlichen Erythrosinplatten, mit gelben Lichte angewendet, die Focusdifferenz gegenstandslos machen. (Monochromatisches Licht.)

Man verwendet nämlich eine Cuvette gefüllt mit gesättigter Pikrinsäurelösung, stellt sie zwischen Petroleumlampe und Spiegel des Mikroskopes und photographirt auf orthochromatischer Platte. Die orthochromatischen Erythrosinplatten sind durch alle grösseren Handlungen photographischer Bedarfsartikel zu beziehen.

Will man Momentbilder ohne Sonnenlicht machen, kauft man sich in einer Niederlage photographischer Artikel Magnesiumblitzpulver (Magnesium mit Kalihypermangan gl. Theile) und verwendet als Lichtfilter die Zettnow'sche Lösung: 44 gr Kupfervitriol, 4·25 gr Kalibichrom. 0·5 ccm $H_2 SO_4$ in 250 bis 500 gr. Aqua dest.

Grössere Apparate als den beschriebenen pflegt man auch mit Ocularen, welche aber achromatisch sein müssen, zubenützen. Die Bilder werden dann grösser. Freilich kann hier die Grösse auch ohne Ocular schon durch den Auszug bewirkt werden.

Die Expositionszeit wächst mit der Stärke der Vergrösserung, also sowohl der Stärke der Systeme (und Oculare), als auch der Entfernung der empfindlichen Platte vom Objectiv und kann nur durch vieles Probiren eine gewisse Sicherheit im Exponiren erlangt werden. Die besten Photometer, selbst das bei Amateurphotographen so beliebte Decoudun'sche, versagen hier, wo so verschiedenartige Factoren zu sammenwirken.

Auch die sonst angewendete Regel, mit der grösstenBlende einzustellen und mit kleiner Blende zu photographiren, verfängt hier nicht. Man wird hier immer trachten, genau dieselben Details einzustellen, wie man sie auf der Platte wünscht und wird daher schon bei der Einstellung alle Feinheiten des Beleuchtungs-Apparates spielen lassen müssen.

Im Uebrigen aber unterscheidet sich die Mikrophotographie nur wenig von der anderen Photographie. Dass man hier lieber Eikonogen, Hydrochinon, Pyrogallus, u. dergl., als Eisen-Entwickler wählen wird — liegt in der Natur der Sache, weil die ersteren Entwickler leichter zu handhaben sind und ein feineres Korn für etwaige Vergrösserungen geben, als die letzteren.

Nach diesen Bemerkungen wollen wir zunächst einen horizontalen, grösseren Apparat von Reichert in Wien abbilden und erklären und bemerken, dass Reichert noch vollständigere derlei Apparate fertigt, welche wir aber in diesem Leitfaden übergehen.

Der in Fig. 179 abgebildete Apparat von C. Reichert ist sowohl horizontal als vertical verwendbar, wie sich schon aus der Abbildung ergibt. Der Balg B aus bestem Leder gestattet beliebige Vergrösserungen. An der Visirscheibe C ist die Lupe L mittelst des Schlitzes m verstellbar angebracht. Ein Knopf K gestattet die Verschiebung des Auszuges. Hinter A ist der Tubus des Mikroskopes

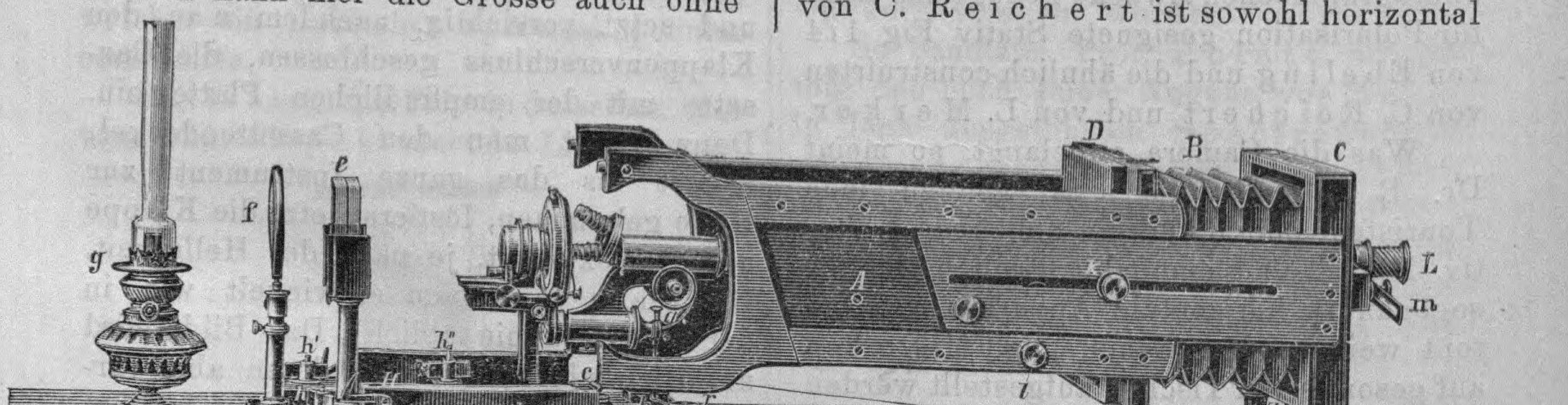


Fig. 179.

an die Camera durch ein Zwischenstück luftdicht angeschlossen. Eine genial erdachte Schnurvorrichtung *R* gestattet die feinste Einstellung ohne jede Federung, wie sie die früher hiezu angewendeten Stangentriebe (Hooke'sche Schlüssel genannt) mitunter im Gefolge hatten — von der Visirscheibe *C* aus vorzunehmen. Das Mikroskop ist auf einem gusseisernen Rahmen *H* mit den Schrauben *h'* und *h''* fixirt. *e* ist ein Ständer mit zwei Lichtfiltercuvetten, *f* die Beleuchtungslinse und *g* die Petroleumlampe. Der Apparat kostet mit Doppelcassette 90 fl., mit der neuen vervollkommenten Lehr'schen Cassette 97 fl. ö. W.

Durch das lebhafte Interesse, welches der Mikrophotographie entgegengebracht wird, bewogen, hat Heeg in Wien mit Hülfe Ebeling's einen Apparat construirt, der bei seiner Dimension alle nur möglichen Vortheile bietet (vide Fig. 180) und blos fl. 32 kostet. Auf

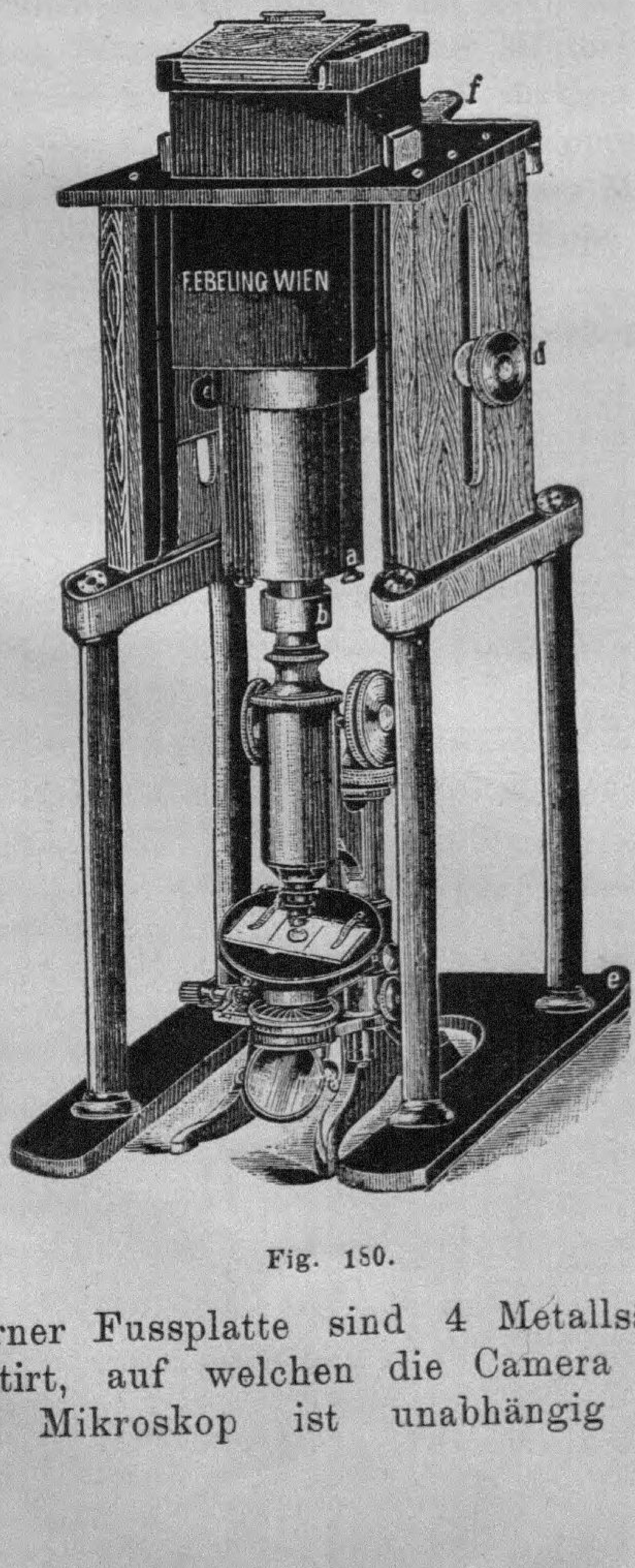


Fig. 180.

eiserner Fussplatte sind 4 Metallsäulen montirt, auf welchen die Camera ruht. Das Mikroskop ist unabhängig vom Fuss der Camera und kann jedes Stativ bei dem Apparat verwendet werden. Die ungleiche Höhe der Stative wird durch Verschieben des Camera-Tubus an Knopf *a* hergestellt, die Hülse *d* ist zum Lichtabschluss. Die Camera kann auf eine Länge von 70 cm vom Mikroskoptische gehoben und mittelst zweier Schrauben *d* in jeder Höhe eingestellt werden. Der Apparat kann sowohl in aufrechter wie in liegender Stellung auf den Auflagepunkten *c* und *f* bis zu den stärksten bei der heutigen Mikrophotographie allgemein üblichen Vergrösserungen gebraucht werden. Ist die Verbindung in lichtdichter Weise hergestellt, beobachtet man auf der matten Glastafel, ob die zu photographirende Stelle des Präparates sich richtig in der Mitte des Gesichtsfeldes befindet. Um versichert zu sein, dass während der Belichtung das Bild an Schärfe nichts verliert, ist es vortheilhaft, nachdem die genaueste Einstellung auf der durchsichtigen Glasplatte mittelst Loupe geschehen ist, den Apparat noch einige Zeit ruhig stehen zu lassen und erst dann, wenn das Bild noch in seiner vollen Schärfe erscheint, an Stelle der Glasplatte die Doppelcassette einzuschieben; dann erst schreitet man zur Belichtung der Gelatineplatte. Die Expositionszeit ist bei gewöhnlichen Tageslicht (ohne Sonne!) circa 3 bis 6 Minuten, bei Petroleumlicht circa 10 Minuten, bei Auerschem Brenner 6—7 Minuten.

Moriz Heeg hat ohne besonderen Lichtfilter mit gewöhnlichen, mit Focusdifferenz behafteten Objectiven mit diesem Apparate, in welchen sich oben anstatt der Absorbtions-Cuvette mit Pikrinsäure knapp vor der Cassette eine Gelbscheibe aus Glas einsetzen lässt, wunderschöne Bilder erzielt und sind selbe bei F. Ebeling, welcher den Apparat am Lager hat, zu sehen.

Uebrigens fertigt auch Merker vortreffliche photographische Apparate für Mikroskopiker an und bei Reichert ist eine ganze Collection von trefflichen Mikrophotographien, welche er selbst anfertigt, zu sehen.

Wenn auch die Mikrophotographie für instructive Studien die schematische Zeichnung, welche alles Störende hinweglässt und das zu Demonstrirende hervorhebt, nicht zu verdrängen

vermag, zeigt sie uns doch meist wahrhafte, objective Bilder des Gesehenen, ja noch mehr, sie zeigt uns, ermöglicht durch die dem menschlichen Auge direct nicht mehr wahrnehmbaren, aber chemisch noch wirksamen ultravioletten Strahlen, Detail an manchen Bildern, welche ohne Photographie verborgen geblieben wären. Leider sind die mikrophotographischen Studien lange vernachlässigt worden und deshalb sind hier wohl keine solchen Erfolge zu verzeichnen, wie in der Astrophotographie, wo die photographische Platte Sterne zeigte, welche die besten Refractoren dem menschlichen Auge nicht einmal anzudeuten vermochten.

Wir schliessen nunmehr unsere Arbeit über die Technik das modernen Mikroskopes und bitten die Leser um Nachsicht, wenn etwas minder klar und deutlich dargestellt wurde, als es wünschenswerth gewesen wäre.

Schluss!

INHALTS-VERZEICHNISS.

I.

	Seite
Einleitung	1 — 2
Die Lehre von den Theilen des Mikroskopes	2 — 3
Der optische Theil	4 — 5
Die kleinen Stative	6 — 9
Mittlere Stative	9 — 11
Grosse Stative	11 — 13
Die Objective und Oculare	14 — 20
Ueber die optische Leistuug, die optisch relevanten Verhältnisse und das optische Vermögen der Mikroskope	20 — 24
Die Apochromaten	24 — 25
Die Beleuchtungsapparate	25 — 31
Bequemlichkeitseinrichtungen am Mikroskope	32 — 34
Auswahl, Prüfung und Kauf eines Mikroskopes	35 — 45
Die österreichischen Mikroskop-Verfertiger	45 — 47
Die qualitative Prüfung eines Mikroskopes in Bezug auf dessen optischen Theil	47 — 51
Reinigung, Pflege und Aufstellung eines Mikroskopes	51 — 53
Die Benützung der modernen Mikroskope	53 — 58
Messen unter dem Mikroskope	59 — 62
Messen von Winkeln unter dem Mikroskope	62 — 64
Zeichnen mikroskopischer Objecte	64 — 66
Zeichenapparate	66 — 69
Malen mikroskopischer Gegenstände	70 — 72
Mikroskopische Hodegetik	72 — 73

II.

Mikroskopische Präparations-Methoden	75 — 84
Schnittmethoden	84 — 104
Die Tinction (Färbung), insbesondere auch jene der Bacterien	104 — 144
Das lebende Object, insbesondere: Einiges über die Cultur der Bacterien	145 — 208
Die Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate	209 — 213
Mikroskope zu besonderen Zwecken, insbesondere auch solche zur photographischen Aufnahme	213 — 226

Empfehlenswerthe Bezugsquellen:

Mikroskope etc.

F. Ebeling, optisch-mechanische Werkstätte in **Wien**, XVII., Hernalser Gürtel 2, (Sämmtliche vom Verfasser besprochenen Neuerungen und Verbesserungen an Mikroskopen, wie deren Nebenapparate, mikrophotographischen Apparaten und Mikrotome wurden in der obigen Werkstätte hergestellt.)

E. Leitz, optisch-mechanische Werkstätte in **Wetzlar** (Deutschland).

Ludw. Merker, optisches Institut in **Wien**, Buchfeldgasse 19.

Carl Zeiss, optische Werkstätte in **Jena** (Deutschland).

Apparate und Utensilien
für
Mikroskopie.

Lenoir & Forster (Inhaber Dr. C. Forster und M. Hlavaczek), chemisch-physikalisches Institut und mechanische Werkstätte in **Wien**, IV., Waaggasse 5.

Rudolf Siebert, k. und k. Hoflieferant in **Wien**, VIII./1, Alserstrasse 19.

Zu beziehen

durch die Verwaltung der Wochenschrift

„Pharmaceutische Post“ in Wien

I., Kolowratring, Pestalozzigasse 6.

	ö.W. fl.
Agnelli J., Die Cultur der Arzneipflanzen	—·30
Berendes Dr. J., Geschichte der Pharmacie im Mittelalter	—·50
Brestowski A., Der französisch sprechende Pharmaceut	1·75
Brestowski und Lafite, Pharmaceut. Reisebriefe aus dem Oriente	—·50
Bunzl J., Alchemistische Plaudereien	—·50
Glücksmann C., Methoden der quantitativen Blausäurebestimmung im Bittermandel- und Kirschlorbeerwasser. I. und II. Theil	1·20
Gutt H., Historische Streiflichter auf pharmaceutischem Gebiete	—·30
Haas Dr. B., Zur Untersuchung der Weine (Protokoll der Gruppe Wein des internationalen land- u. forstwirthschaftlichen Congresses, Wien 1890	—·30
Hanausek Prof. Dr. T. F., Entwicklungsgeschichte der Frucht und des Samens von Coffea arabica L. I. und II Theil	1·50
Hassack Prof. Dr. Carl, Beiträge zur Kenntniss der Pelzwaaren	—·50
Heger Dr. H. und **Gutt** H., Aerztliches Ordinationsbuch mit Controlvorrichtung	—·50
Heger Dr. H., Pharmaceutischer Almanach	1·60
Heger Dr. H., Synopsis der neuen Arzneimittel	2·—
Heger Dr. H., Die officielle u. nichtofficielle Arzneitaxe in Tabellenform	—·20
Heger Dr. H., Uebersicht der Gifte und Gegengifte	—·10
Identitätsreactionen und Beschreibung einiger neuer Präparate. I., II. und III. Serie	—·50
Jolles Dr. M., Die Centrifuge im Dienste der Harnuntersuchung	—·30
Kaiser Dr. W., Technik des modernen Mikroskopes	2·—
Kobert Prof. R., Medicinische Zaubersprüche der Esten	—·25
Kremel A., Nachweis der Aloë in Gemischen	—.20
Kronfeld Dr. M. und **Hanausek** Prof. T. F., Geschichte des Safrans und die Safranfälschungen	—·80
Labler K., Statistik der Pharmacie in Oesterreich	—·30
Nevinny Prof. Dr., Die Drogen des pharmacognostischen Institutes in Wien, Classe der Filices	—·30
Protokoll der Versammlung von Nahrungsmittelchemikern und Mikroskopikern, Wien 1891	2—
Protokoll der Versammlung österreichischer Nahrungsmittelchemiker und Mikroskopiker, Wien 1892	—·60
Protokoll der internationalen Versammlung von Nahrungsmittelchemikern und Mikroskopikern, Wien 1894	—·30
Protz Gustav, Ein Abend am Hofe des Grossmoguls von Marokko. (Pharmaceutisches Märchenspiel)	—·30
Schwarz Ign., Geschichte des Wiener Apothekerwesens	—·30
Sickenberger Prof. E., Die einfachen Arzneistoffe der Araber im XIII. Jahrhunderte. I. Heft	1·60
Sickenberger Prof. E., Die einfachen Arzneisteffe der Araber im XIII. Jahrhunderte. II. Heft	1.—
Tschirch Prof. Dr. A., Die Bedeutung der Blätter im Haushalte der Natur	—·30
Tschirch Prof. Dr. A., Entwicklungsgeschichte der pharmaceutischen Universitätsinstitute	1.—
Tschirch Prof. Dr. A., Die Photographie im Dienste von Kunst und Wissenschaft	—·40
Die Untersuchung des Trinkwassers	—·30

Zeitschrift
für
Nahrungsmittel-Untersuchung, Hygiene und Waarenkunde.

Halbmonatsschrift für chem. und mikroskopische Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, Gebrauchsgegenständen, technischen Rohstoffen und für Hygiene.
(Organ der „Freien Vereinigung von Nahrungsmittel-Chemikern und Mikroskopikern", und der „Commission zur Ausarbeitung eines Codex alimentarius austriacus".)
Unter Mitwirkung hervorragender Fachgelehrter herausgegeben von

Dr. HANS HEGER

WIEN, I., Kolowratring, Pestalozzigasse Nr. 6.

Prämiirt mit Ehrendiplomen, goldenen und silbernen Medaillen, 1890 Wien, 1891 Brüssel und Wien, 1892 Berlin, 1893 London, 1894 Wien.

Diese Zeitschrift bietet durch interessante **Original-Artikel** und **Referate** eine Uebersicht über alle neueren Erfahrungen auf dem Gebiete der **Nahrungsmittel-Chemie** und **Mikroskopie, öffentliche Gesundheitspflege** und **Gesetzgebung**, sowie der **Untersuchung** von **Lebensmitteln, Gebrauchsgegenständen** und **Rohstoffen** aller Art. Sie ist daher allen **Chemikern, Mikroskopikern, Aerzten, Medicinalbeamten, Apothekern, Handelsschulen,** ferner den **Untersuchungs-Aemtern, Marktbehörden, Fleischbeschauern, Approvisionirungs-Commissionen,** den **Erzeugern** von **diätetischen Präparaten, Nahrungsmittel-Conserven, hygienischen Artikeln** und **chemisch-optischen Apparaten** und **Instrumenten, Filter-Apparaten, Desinfectionsmitteln** etc. etc. **bestens anzuempfehlen.**

Bezugspreis: Für ein Jahr fl. 5 ö. W. = 10 Mark, für ein Halbjahr fl. 2·50 ö. W. = 5 Mark.
Die ausserordentliche Billigkeit bei gediegenstem wissenschaftlichen Inhalte sichert dem Blatte die grösste Verbreitung.

Einziges in deutscher Sprache erscheinendes Fachblatt auf diesem Gebiete.

Die „Zeitschrift für Nahrungsmittel-Untersuchung, Hygiene und Waarenkunde"
ist als
Insertions-Organ

bestens zu empfehlen. — Anzeigen kosten 20 kr. = 30 Pf. die einspaltige Petitzeile oder deren Raum. **Bei Wiederholung und grösseren Aufträgen entsprechende Preisermässigung. Probenummern gratis und franco.**

„PHARMACEUTISCHE POST"
Wochenschrift für die Gesammtinteressen der Pharmacie.
Herausgegeben und geleitet von **Dr. HANS HEGER.**
Gegründet 1868 von **Dr. AL. PH. HELLMANN.**

Bei der I. Internat. pharmac. Ausstellung Wien 1883 mit der goldenen Medaille, der höchsten Auszeichnung literarischer Erzeugnisse, prämiirt.
Schriftleitung und Verwaltung: Wien, I., Kolowratring. Pestalozzigasse 6. Telephon 8648.
Bureau-Chef: ARTHUR LEO BRESTOWSKI.
In Commission bei **Moritz Perles,** Verlagsbuchhandlung in Wien, I., Seilergasse 4 (Graben).

Die „Pharmaceutische Post", die erste **Pharmaceutische Wochenschrift Oesterreichs**, ist das officielle Organ der **„Oesterr. pharmaceut. Gesellschaft"** und anderer pharmaceut. Vereine und Gremien und erfreut sich seit ihrer Gründung von Jahr zu Jahr grösserer Sympathien seitens aller pharmaceutischen Kreise. — Der massgebende Einfluss, welchen sich die „Pharmaceutische Post" auf dem Gebiete der Standes-Angelegenheiten erworben hat und ihr mannhaftes Eintreten für die Interessen des Apothekerstandes haben allseitige Anerkennung gefunden, und der reichhaltige und anregende Lesestoff, welchen sie ihren Lesern sowohl im **wissenschaftlichen Theile**, der interessante Original-Abhandlungen, Original-Uebersetzungen und Auszüge über **Chemie, Pharmakognosie, Toxikologie** etc., **pharmakolisch-therapeutische Notizen, Mittheilungen aus der Praxis, technische** und **verschiedene** andere **Notizen** enthält, als in den Rubriken **Feuilleton, Bücherschau und Miscellen, Standesangelegenheiten** und **Tagesgeschichte** (worunter eine Fülle der **interessantesten Tagesneuigkeiten, Personalnachrichten, statistischer** u. a. **Notizen**) bietet, sichern diesem Blatte die stete Zunahme seines Leserkreises.

Die „Pharmaceutische Post" erscheint jeden Sonntag in der Stärke von 2—4 Druckbogen (32—64 Seiten Gross-Quart).

Bezugs-Preise für das Inland: Ganzjährig 6 fl. = 12 Kronen, halbjährig 3 fl. = 6 Kronen; für das Ausland und durch den Buchhandel: Ganzjährig 7 fl. = 14 Kronen, halbjährig 3 fl. 50 kr. = 7 Kronen. Mit dem monatlich zweimal erscheinenden Beiblatte

„Zeitschrift für Nahrungsmittel-Untersuchung, Hygiene und Waarenkunde"

für das Inland ganzjährig 10 fl. = 20 Kronen, halbjährig 5 fl. = 10 Kronen; für das Ausland ganzjährig 11 fl. = 22 Kronen, halbjährig 5 fl. 50 kr. = 11 Kronen.

Insertions-Preise. Für die einmalige Einschaltung: Die einspaltige Petitzeile 20 kr. = 40 Heller; die dreispaltige Petitzeile 60 kr. = 1 Krone 20 Heller. 1 ganze Seite (Quart) 40 fl. = 80 Kronen. Bei wiederholter Einschaltung entsprechende Ermässigung. — **Beilagengebühr 10 fl. = 20 Kronen für jedes Tausend.**

Mikroskope

und

Mikrophotographische Apparate

CARL ZEISS
Optische Werkstätte
JENA.

erster Qualität,

in vollständigeren und

einfacheren Zusammenstellungen.

Illustrirte Kataloge gratis und franco.

Chem.-Physikal. Institut. — Mechanische Werkstätte

Lenoir & Forster

Inhaber: **Dr. C. Forster & M. Hlawaczek**

CENTRALE: Wien, IV., Waaggasse 5. FILIALE: IX., Garnisonsgasse 7

SPECIALITÄT: Apparate und Utensilien für Mikroskopie.

Unsern neuen **illustrirten Katalog über Mikroskopie** versenden wir **gratis** und **franco.**

Mikroskope von **Reichert, Zeiss, Hartnak, Leitz** zu **Original-Preisen.**

Mikroskopische Präparate. Sämmtliche Reagentien.

General-Vertretung und Depôt der Chem. Fabrik Dr. Th. Schuchardt in Görlitz.

Einrichtung und Ergänzung chemischer und bakteriologischer Laboratorien.

Physikalische Apparate. Naturwissenschaftliche Lehrmittel.
Grosse illustrirte Kataloge über Physik, Chemie und Naturgeschichte.

E. LEITZ

Optische Werkstätte

WETZLAR.

Berlin N. W.
Luisenstrasse 29.

Filialen:

New-York
411. W. 59. Strasse.

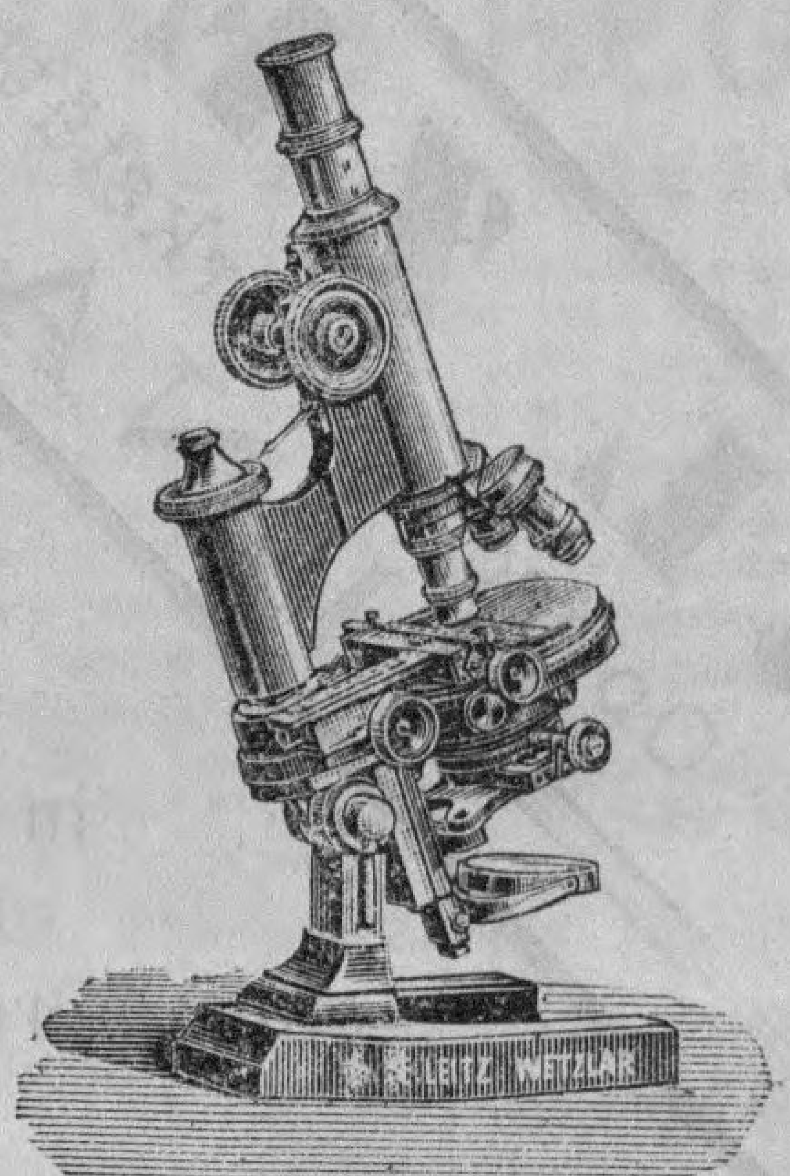
Mikroskope

Mikrotome

Lupen-Mikroskope

Mikrophotographische

Apparate.



Ueber 35000

Leitz-Mikroskope,

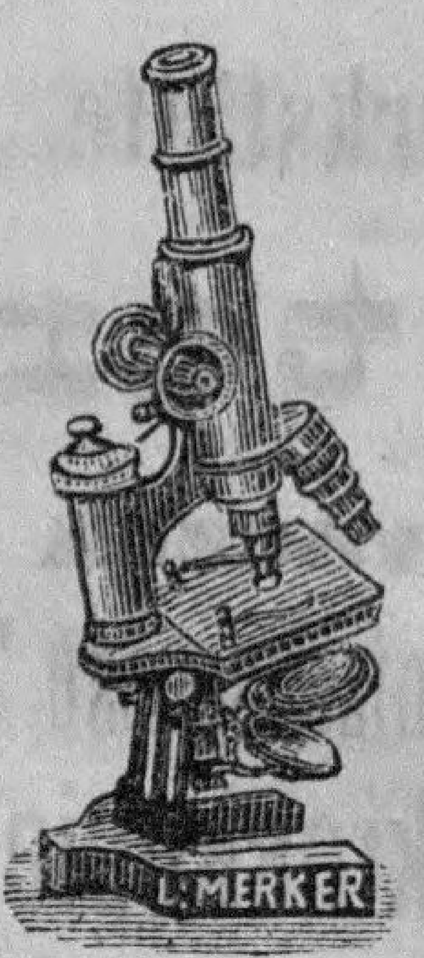
über 12000

Leitz-Oel-

Immersionen

im Gebrauch.

Preislisten in deutscher, englischer und französischer Sprache kostenfrei.



Specialität. Mikroskope Ia Qualität.

Mikroskope für sämmtliche bakteriologische und klinische Untersuchungen in vollkommener und eleganter Ausrüstung, Preis von fl. **141.**— bis fl. **500.**—

Mikroskope für bakteriologische, histologische und pharmakologische Untersuchungen, von fl. **60.**— bis fl. **144.**—

Mikroskope für histologische, pharmakologische, technische Untersuchungen, sowie Fleischbeschau, von fl. **14.**— bis fl. **60.**—

Ludwig Merker, optisches Institut

WIEN, VIII., Buchfeldgasse Nr. 19 (Ecke der Florianigasse Nr. 13).

Referenzen erster Capacitäten.

Preis-Courant steht franco und gratis zur Verfügung.

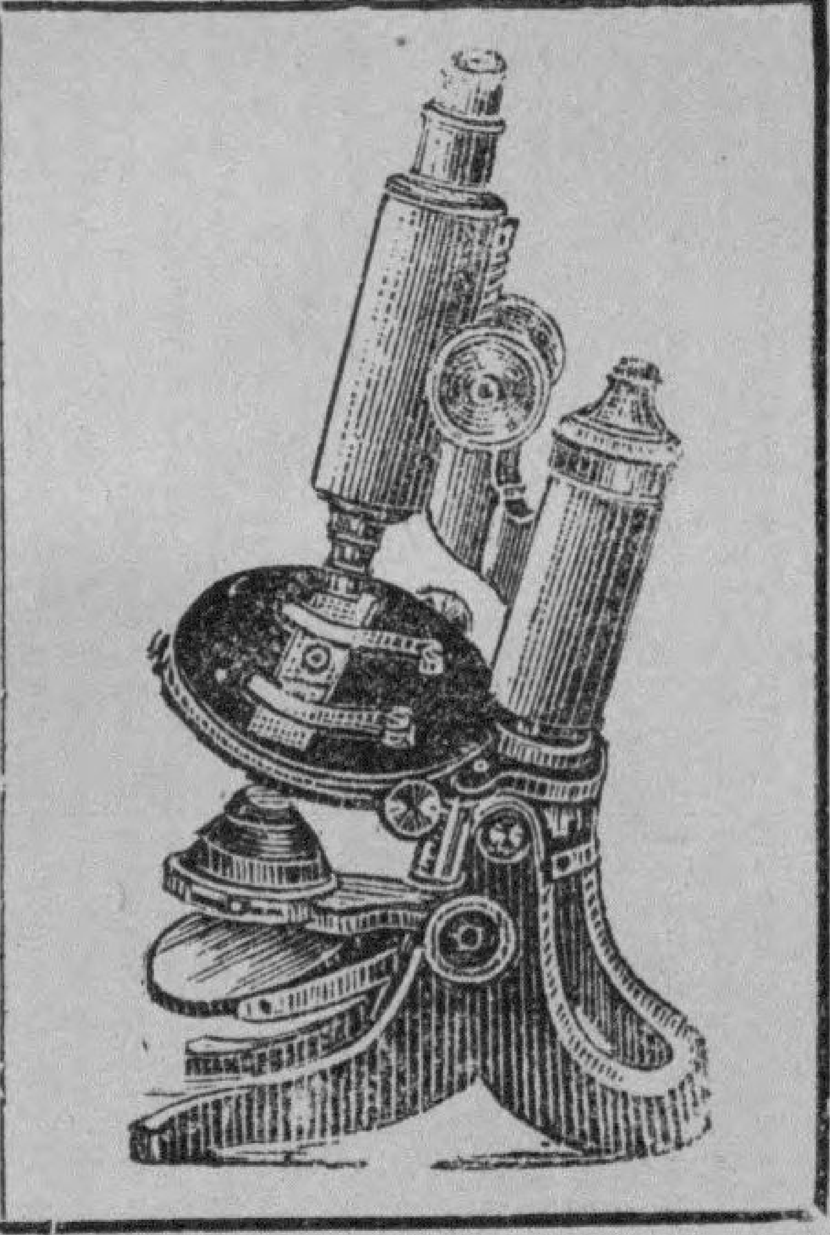
PRÄMIIRT:

Ehren-Diplom der Int. Ausstellung für Nahrungsmittel und Hygiene, Wien 1891.

Ehren-Diplom der Land-, Forst- und Gewerblichen Ausstellung Mistelbach 1895.

Diplom des VI. int. Congresses für Hygiene und Demographie zu Wien 1887.

Jubiläums-Gewerbe-Ausstellung Prag 1888.



PRÄMIIRT:

Goldene Medaille Gewerbe- und Landwirthschaftliche Ausstellung Eger 1892.

Goldene Medaille der internationalen Ausstellung Wien 1894.

Landwirthschaftliche Ausstellung Wien 1890.

Jubiläums-Gewerbe-Ausstellung Wien 1888.

MIKROSKOPE,

Mikrophotographischer Apparat

und

Schlittenmikrotome

für alle Zweige der Wissenschaft sammt Nebenapparaten, hergestellt nach den neuesten Erfahrungen, anerkannt von den autorisirtesten Capacitäten.

Specialität für Bakteriologie, Histologie, Pharmakologie etc. etc. von

F. EBELING, optisch-mechanische Werkstätte

WIEN, XVII., Hernalser Gürtel 2.

Illustrirte Preislisten gratis und franco.

Sämmtliche Utensilien

für

Mikroskopie, Bakteriologie und Harnuntersuchung.

Objectträger, Deckgläser (nur aus englischem Crownglas), Farbstoffe, Reagentien, Instrumente, Glasgeräthe und Apparate. Präparaten-Cassetten, Brut- und Sterilisirungs-Apparate etc. etc. empfiehlt in anerkannt bester Qualität

Rud. Siebert

k. und k. Hoflieferant

Wien, VIII./1, Alserstrasse 19.

Illustrirter Preiscourant, 16. Jahrgang, gratis und franco.

Druck von Josef Bayer & Co., Wien I., Wollzeile 25.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kaiser, Wilhelm

Die Technik des modernen Mikroskopes Ein Leitfaden zur Benützung moderner Mikroskope mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungen aus dem Gebiete der Bacterioskopie. Mit einem Vorworte von Hans Heger

Wien 1896

4 Math.a. 159 k
urn:nbn:de:bvb:12-bsb00075990-9